



## **FERTILIZAÇÃO AZOTADA EM FRAMBOESA (*PRIMOCANE*) CV. 'KWELI'**

**Marta Isabel Carapinha Camões**

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em  
**Engenharia Agronómica**

Orientadores:      Doutor Henrique Manuel Filipe Ribeiro  
                              Doutor Pedro Nogueira Brás de Oliveira

Júri:

Presidente: Doutora Cristina Maria Moniz Simões Oliveira, Professora Associada com agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Vogais: Doutor Pedro Nogueira Brás de Oliveira, Investigador Auxiliar do Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária;

Doutora Mariana da Silva Gomes Mota, Técnica Superior do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

## **Agradecimentos**

Agradeço especialmente aos meus orientadores, o Doutor Henrique Manuel Filipe Ribeiro e o Doutor Pedro Nogueira Brás de Oliveira pela disponibilidade, pela boa disposição, pelo incentivo e pela grande oportunidade de aprendizagem que me proporcionaram.

À segunda casa First Fruit, Lda, à Johanna Theresia Beukers e ao Dirk Gijsbertus Hoogendoorn, pelo entusiasmo, o apoio e a compreensão. Ao colega Pedro Correia pelos conhecimentos transmitidos e a todos os colaboradores da First Fruit, Lda que contribuíram para este trabalho, distintamente à Rumyana Hristova.

A todos os trabalhadores do ISA e do INIAV que tornaram este trabalho possível.

Ao ISA pelos bons anos de aprendizagem, pelos professores que encontrei e os amigos que fiz.

A toda a minha família, por tudo, o amor, o apoio, o encorajamento.

Ao André por ter estado sempre ao meu lado.

## Resumo

Na região sudoeste de Portugal, os produtores de framboesa muitas vezes utilizam pequenas quantidades de azoto amoniacal que acreditam ter efeitos benéficos tanto no crescimento como na produção de framboesa. Deste modo, foi realizado um ensaio de fertilização com plantas de primeiro ano 'Kweli', em vaso e cultura protegida, para analisar a influência de diferentes concentrações de azoto (125, 175 e 225 mg N/L) e percentagens de azoto amoniacal (8, 16 e 24% N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), na produção de outono de framboesa em vaso com vista à futura utilização das plantas como *long cane*. Os resultados mostraram que maiores concentrações de azoto provocaram um aumento significativo no cálcio e no azoto lixiviado, o que pode comprometer a produção sustentável de framboesa. As diferentes concentrações de azoto não provocaram diferenças significativas no crescimento (225,5 cm e 58,7 nós) e na produção total (188 g/lançamento). Na produção potencial verificou-se uma diferença significativa entre a concentração de azoto média e a mais baixa. As percentagens de azoto amoniacal mais elevadas na solução nutritiva de rega provocaram uma diminuição significativa do pH nas soluções drenadas e diminuíram a percentagem de refugo na produção observada.

Palavras-chave: *Rubus idaeus*, nitrato, amónio, cultura protegida, substrato

## Abstract

In the South-west region of Portugal, raspberry growers believe that the use of small amounts of ammoniacal nitrogen benefits plant growth and yield. Therefore, a fertigation trial in potted and protected cultivate 'Kweli' tray plants was made in order to analyze how different nitrogen concentrations (125, 175 and 225 mg N/L) and different ammoniacal nitrogen percentages (8, 16 and 24%) influence potted raspberry's Autumn yield and long cane production. Results show that high level of nitrogen increased significantly the amount of calcium and nitrogen leached which can compromise raspberry sustainable production. Different nitrogen concentrations had no significantly effect on plant growth (225.5 cm and 58.7 nodes) and on total yield (188 g/plant). The potential production was significantly different between the medium and the lowest nitrogen concentration. The highest percentages of ammonium in the nutrient solution result in a significantly pH decrease in the leaches and reduced the cull fruit in the observed production.

Keywords: *Rubus idaeus*, nitrate, ammonium, protected cultivation, substrate

## Índice

Agradecimentos .....	i
Resumo.....	ii
Abstract.....	iii
Lista de símbolos e abreviaturas .....	vi
Índice de figuras.....	vii
Índice de quadros.....	viii
I. Introdução .....	1
II. Revisão bibliográfica .....	2
1. A planta da framboesa .....	2
1.1 Botânica.....	2
1.2 Morfologia e ciclo biológico .....	2
1.3 Propagação .....	3
1.4 Tecnologias de produção.....	4
2. Nutrição mineral .....	5
2.1 Fertilização azotada.....	6
2.2 Azoto nítrico e azoto amoniacal .....	7
2.3 Utilização sustentável de fertilizantes.....	8
3. Importância económica da framboesa em Portugal e no Mundo .....	9
III Material e Métodos.....	10
1. Localização do ensaio .....	10
2. Material vegetal.....	10
3. Delineamento experimental e tratamento estatístico dos dados experimentais .....	11
4. Instalação e condução do ensaio .....	12
5. Observações efetuadas.....	15
5.1 Características das soluções de rega e de drenagem.....	15
5.2 Teores foliares de nutrientes.....	16
5.3 Crescimento e desenvolvimento .....	17

5.4 Produção .....	18
IV. Resultados e Discussão.....	19
1.1. Evolução do pH e CE das soluções drenadas.....	19
1.2. Composição das soluções drenadas analisadas laboratorialmente.....	21
2. Teores de nutrientes foliares.....	25
3. Avaliações biométricas de crescimento .....	27
3.1 Peso seco das raízes, lançamentos, folhas e frutos.....	27
3.2 Comprimento e número de nós.....	29
4. Análise quantitativa da produção.....	30
4.1 Produção total observada .....	30
4.2 Produção potencial .....	32
V. Conclusões .....	34
VI. Referências Bibliográficas.....	36
ANEXOS .....	39

## **Lista de símbolos e abreviaturas**

DAP – Dias após a plantação

CE - Condutividade elétrica

ISA – Instituto Superior de Agronomia

INIAV – Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária

FF – First Fruit, Ld<sup>a</sup>

EP – Erro Padrão

## Índice de figuras

Figura 1 - Localização da empresa First Fruit Lda e do sector onde foi realizado o ensaio (Google, 2016). .....	10
Figura 2 – Plantas da cultivar Kweli um dia após plantação. ....	11
Figura 3 – Pormenor do sistema de condução, 15-11-2014. ....	13
Figura 4 – Vista geral do sistema de rega. ....	14
Figura 5 – Esquema temporal de colheita de dados e de amostras. ....	15
Figura 6 - Sistema de recolha da solução nutritiva (jarro de medição com uma capacidade de 1500 mL e uma graduação de 100 mL). ....	16
Figura 7 - Sistema de recolha da solução drenada (prato com um furo e garrafão com um buraco lateral). ....	16
Figura 8 - pH das soluções drenadas, A - 17/9/2014, B - 4/11/2014 e C - 23/12/2014. ....	20
Figura 9 – Percentagens de potássio, cálcio e magnésio a 24/09/2014 (48 DAP), em relação a: A – azoto mineral total mg N/L e B - % de azoto amoniacal. ....	26
Figura 10 – Percentagens de azoto, potássio e magnésio a 5/11/2014 (90 DAP), em relação a: A – azoto mineral total mg N/L e B - % de azoto amoniacal. ....	27
Figura 11 - Efeito dos três níveis de azoto mineral no peso seco total. ....	28
Figura 12 – Partição do peso seco para as diferentes quantidades de N total fornecido, aos 48, 90 e 197 DAP. ....	29
Figura 13 - Média da produção comercializável por lançamento entre as semanas 48 de 2014 e 4 de 2015, para as 3 concentrações de azoto mineral total fornecidas. ....	32



## Índice de quadros

Quadro 1 – Teores de nutrientes foliares aconselhados para framboesa. ....	6
Quadro 2 - Concentração de azoto nas nove soluções nutritivas. ....	12
Quadro 3 – Condutividade elétrica (CE) e concentração dos macronutrientes determinados para as 9 soluções nutritivas. ....	14
Quadro 4 - CE das soluções drenadas, a 17/9/2014, 4/11/2014 a 23/12/2014. ....	21
Quadro 5 – Valores médios de pH, CE e concentração de macronutrientes nas soluções de drenagem, no período de 17/9/2014 a 4/11/2014. ....	23
Quadro 6 - Valores de pH, CE e concentração de macronutrientes nas soluções de drenagem, no período de 5/11/2014 a 30/12/2014. ....	23
Quadro 7 - Concentração de fósforo e cálcio nas soluções de drenagem, no período de 5/11/2014 a 30/12/2014. ....	24
Quadro 8 – Percentagens de azoto e fósforo foliares a 24/09/2014 (48 DAP). ....	26
Quadro 9 - Percentagens de nutrientes foliares a 5/11/2014 (90 DAP). ....	26
Quadro 10 – Pesos seco das raízes, peso seco das folhas e peso seco total aos 90 DAP, peso seco dos frutos aos 197 DAP. ....	28
Quadro 11 – Comprimento e número de nós nos lançamentos de 1º ano e nos lançamentos obtidos para a segunda produção. ....	30
Quadro 12 – Produção total por lançamento (g), produção comercializável por lançamento (g), % de refugo, peso médio do fruto e DAP para 5% e 50% da produção nas 14 semanas do ensaio. ....	31
Quadro 13 - Média da produção comercializável por lançamento obtida nas duas últimas semanas do ensaio para todas as modalidades de fertilização. ....	31
Quadro 14 – Número potencial de frutos por lançamento, produção potencial por planta (g), produção potencial por metro linear (kg) e percentagem de frutos não colhidos. ....	33

## I. Introdução

O azoto é o nutriente mais utilizado pelas plantas. São conhecidas as suas implicações no crescimento e produção e é sabido que diferentes níveis de azoto aplicados podem levar a respostas diferentes na planta da framboesa.

Por outro lado, a existência de diferentes sistemas de produção e condições climáticas na produção de framboesa tornam difícil extrapolação de estudos anteriores. A assimilação de azoto na forma nítrica está bem documentada. No entanto, os produtores muitas vezes utilizam pequenas quantidades de ião amónio que acreditam ter efeitos benéficos tanto no crescimento como na produção.

O objetivo deste estudo foi analisar qual o efeito de diferentes concentrações e formas de azoto (nítrica e amoniacal), no crescimento e na produção de outono de framboesa de primeiro ano em vaso, nas condições climáticas da região sudoeste de Portugal. Estas plantas tiveram dois propósitos, a produção de fruta e a sua futura utilização como *long cane*.

## II. Revisão bibliográfica

### 1. A planta da framboesa

#### 1.1 Botânica

As plantas de framboesa estão incluídas no género *Rubus*, pertencente à família das Rosáceas. Este género está dividido em 12 subgéneros devido às diferenças morfológicas nos hábitos de frutificação das plantas pertencentes aos diferentes subgéneros. As plantas de framboesa vermelha fazem parte do subgénero *Ideobatus*, espécie *Rubus Idaeus*. A maioria das cultivares utilizadas atualmente derivam principalmente das subespécies europeia e norte americana, *vulgatus* e *strigosus*, respetivamente (Oliveira et al. 2007).

#### 1.2 Morfologia e ciclo biológico

O sistema radicular das plantas de framboesa é perene, desenvolvendo-se maioritariamente nos primeiros 25 cm do solo e junto à zona de renovação dos lançamentos (Oliveira et al. 2007). Os novos lançamentos desenvolvem-se através de gomos radiculares ou a partir de gomos vegetativos basais de outros lançamentos (Rempel et al., 2004). Estes gomos passam inicialmente pelas fases de iniciação, crescimento subterrâneo e emergência, depois dá-se a iniciação foliar, a elongação dos entrenós e a separação das folhas. Os lançamentos têm um crescimento determinado (Edin et al., 1999). Podem crescer entre 1 a 5 metros de altura. No final do primeiro ano de crescimento, desenvolvem-se gomos reprodutivos localizados entre 30 a 150 cm da base, na maioria das cultivares (Funt & Hall, 2013). A este processo de transição do meristema apical para o estado reprodutivo dá-se o nome de indução floral e consiste numa alteração bioquímica. As seguintes fases no processo de formação de flores são a diferenciação floral, que consiste nas alterações morfológicas nos gomos, e a floração (Oliveira et al. 2007).

As abelhas são responsáveis pela maioria da transferência de pólen e pela polinização. O calibre do fruto depende do número de óvulos que são fertilizados e que evoluem para drupéolas completamente expandidas, dependendo também da cultivar, da época do ano e do local de produção (Funt & Hall, 2013).

As variedades de framboesa podem produzir nos lançamentos do primeiro ano, porém existem algumas em que o número de flores e de frutos nos lançamentos do primeiro ano é elevado, sendo denominadas cultivares remontantes (“primocane-fruiting”). Se forem utilizadas plantas vigorosas no início da primavera pode obter-se uma elevada produção 210 dias após a emergência do lançamento.

As cultivares remontantes são consideradas indiferentes ao fotoperíodo, a diferenciação floral tem lugar nos dias longos do Verão e a iniciação floral continua desde o topo até à base do lançamento sem ser acompanhada por um estado de dormência. Os programas de melhoramento do século XX deram prioridade a estas variedades (Funt & Hall, 2013).

As cultivares não remontantes, “floricanefruiting”, têm uma parte aérea bienal, isto é, só depois de passarem o Inverno é que os lançamentos do primeiro ano vão produzir laterais frutíferos (com interesse económico) (Rempel et al., 2004). Os lançamentos crescem no primeiro ano até que os dias curtos e as temperaturas baixas não permitam mais crescimento, ao mesmo tempo dá-se a diferenciação floral dos gomos axilares e à medida que as folhas caem os lançamentos entram em dormência.

São reconhecidos três tipos diferentes de dormência: a ecodormência, que é controlada por fatores externos à planta; a paradormência, estado de dormência controlado por um tecido dormente na própria planta, p. ex. a dominância apical em que gomos são mantidos neste estado por gomos posicionados acima no lançamento; e a endodormência que é controlada pelos próprios tecidos dormentes (White et al., 1998). Para o estado de dormência ser revertido são necessárias, para a maioria das cultivares e dependendo das condições ambientais, entre 800 e 1600 horas de frio (Rihardson Chill Units - 1h a 0-6°C que representa 1h de frio). Assim que as temperaturas são superiores a 7°C e as exigências em horas de frio são cumpridas dá-se o abrolhamento dos laterais (Funt & Hall, 2013).

### **1.3 Propagação**

Existem vários métodos para multiplicar plantas de framboesa: através de sementes, gomos radiculares, estacas herbáceas, cultivo de raízes, mergulhia (framboesa preta e purpura) e cultura de tecidos. A cultura de tecidos é utilizada por muitos viveiros, pois permite obter plantas sem vírus e livres da maioria das doenças, insetos e nematodos (Domínguez, 2007).

Industrialmente destacam-se dois métodos, para produção de lançamentos de segundo ano. Podem produzir-se plantas em locais com altitude e longitude suficientes para serem satisfeitas as necessidades de frio de forma natural e reduzir o fotoperíodo; ou sem serem necessárias altitudes elevadas (p. ex. Huelva localizada a  $\pm 50$  metros acima do nível do mar) pois as plantas são posteriormente sujeitas a frio artificial. Estas plantas são geralmente utilizadas para produção fora de época, no final do inverno, em regiões de clima mediterrâneo. Em regiões com temperaturas mais baixas, as plantas em vaso crescem no

exterior e, após serem sujeitas a frio natural ou artificial, são colocadas em estufas para produção no final do inverno/início da primavera (Funt & Hall, 2013; Domínguez, 2007).

Na produção de lançamentos de segundo ano (“long cane”) em solo, o sistema radicular das plantas é reduzido durante a sua remoção. Num estudo feito por Darnell et al. (2008), com ‘Cascade Delight’, plantas que sofreram uma poda de raízes durante a dormência e plantas não podadas foram comparadas relativamente ao crescimento e à produção de segundo ano. O peso seco das raízes, dos ramos laterais e da produção total foi mais baixo nas plantas podadas. Sendo que a menor produção se deveu ao menor número de flores e frutos, 146,0 flores e 85,3 frutos comparando com 284,8 flores e 148,8 frutos em plantas não podadas.

Para a produção de lançamentos de segundo ano em vaso, é possível utilizar vasos de 2,5 litros e um espaçamento de 100 cm x 20 cm para obter plantas com um potencial produtivo perto de 3 kg por lançamento, para tal é necessário produzir plantas altas e vigorosas com mais que 200 cm de altura ( Sønsteby et al., 2013).

#### **1.4 Tecnologias de produção**

O material vegetal utilizado para a produção de framboesa pode ser diverso. Para além do tipo de cultivar, remontante e não remontante, precoce e tardia, os produtores podem optar pela instalação de plantas obtidas por diversos métodos, como visto anteriormente e a escolha deve ser feita tendo em conta a data de plantação e a época de produção pretendidas.

Após a instalação da cultura, existem várias técnicas culturais que podem antecipar ou atrasar a entrada em produção, como desenvolvido e aperfeiçoado nos trabalhos efetuados por Oliveira et. al (2007) no sudoeste alentejano. A produção precoce de Primavera é conseguida em cultura protegida, sem aquecimento, recorrendo a lançamentos de segundo ano, com as necessidades de frio satisfeitas sendo a framboesa não remontante a mais utilizada nesta técnica de produção. Deste modo, é possível obter produtividades semelhantes às do Norte da Europa; o tratamento térmico recorrendo a frio artificial é igualmente eficaz; a produção de plantas no Sul da Europa permite obter laterais com maior número de flores; é uma técnica que permite ao produtor utilizar as suas próprias plantas. As framboesas remontantes são menos utilizadas uma vez que frutificam nos lançamentos do ano, ficando com um menor número de nós por lançamento. Por outro lado é possível obter uma segunda produção no Outono, esta pode ser escalonada através do corte dos lançamentos do ano no Verão (Oliveira, 2007).

Para obter uma produção tardia de Outono, na framboesa remontante, pode recorrer-se ao corte dos lançamentos ao nível do solo durante Julho e Agosto e a data de corte deve ser feita tendo em conta a precocidade da cultivar, pois pretende-se crescimento e frutificação antes de as temperaturas baixarem e da radiação diminuir. Como durante o período de crescimento, os ramos laterais emitidos podem tornar-se frutíferos, o corte dos lançamentos do ano, deixando um certo número de nós, torna possível reduzir o ciclo produtivo de Outono e aumentar a produtividade. Para tal, deve aferir-se qual a melhor data de corte e qual o número de nós deixados à poda, mais adequados às cultivares com que se pretende produzir (Oliveira, 2007).

## **2. Nutrição mineral**

Na cultura da framboesa e da amora existem lançamentos do ano em simultâneo com lançamentos atempados do ano anterior, quer quando se utilizam variedades remontantes ou não remontantes. Este hábito de crescimento torna a gestão da fertilização desafiante uma vez que os nutrientes são simultaneamente acumulados e utilizados pelas plantas. Os nutrientes encontram-se em níveis consideravelmente diferentes nos vários constituintes em cada parte da planta. No período de crescimento, a maioria dos nutrientes encontra-se em maior concentração nos lançamentos do ano, enquanto o cálcio, o cobre e o zinco se encontram em maior concentração nas raízes (Strik & Bryla, 2015).

O fornecimento de nutrientes influencia a produtividade, a qualidade e a maturação dos frutos e contribui para o vigor das plantas. A aplicação de fertilizantes deve ser feita de acordo com as necessidades da cultura, baseada em análises de solo e análises foliares rotineiras. Em culturas perenes em solo, as análises foliares são mais úteis na gestão de fertilização do ano seguinte uma vez que os fertilizantes aplicados vão ter um efeito mínimo a curto prazo na produtividade do ano. A concentração foliar de azoto, de potássio e de fósforo é mais estável no final de Julho até ao início de Agosto, sendo por isso altura recomendada para se recolherem amostras (Hart et al., 2006).

As percentagens de nutrientes foliares consideradas suficientes na cultura da framboesa variam entre autores (Quadro 1).

**Quadro 1** – Teores de nutrientes foliares aconselhados para framboesa.

<b>Nutriente (%)</b>	<b>INIAP (2006)</b>	<b>Domínguez (2007)</b>	<b>Heidenreich (2012)</b>
<b>N</b>	2,50 - 4,00	2,40 - 4,00	2,00 -2,80
<b>P</b>	0,30 - 0,50	0,30 - 0,60	0,25-0,40
<b>K</b>	1,50 - 3,00	1,50 - 3,00	1,50-2,50
<b>Ca</b>	0,80 - 1,50	0,60 - 2,50	0,60-2,00
<b>Mg</b>	> 0,30	0,40 - 1,00	0,60-0,90

## 2.1 Fertilização azotada

O azoto é o macronutriente que é necessário fornecer às plantas em maiores quantidades, por fazer parte de uma vasta gama de moléculas orgânicas da sua constituição (Varennnes, 2003). A exigência em azoto varia de acordo com o rendimento, o crescimento dos lançamentos, a idade da planta e a cultivar. O crescimento dos lançamentos é um indicador do estado azotado das plantas. Algumas cultivares são mais vigorosas do que outras e para demonstrarem o mesmo crescimento podem precisar de menos azoto. No ano de plantação é necessário menos azoto do que nos seguintes. O excesso deste nutriente pode levar a um crescimento vegetativo vigoroso que se traduz no aparecimento de mais lançamentos, mais finos e com entrenós mais longos do que o normal, reduzindo assim o rendimento por lançamento. Nas plantas de segundo ano o excesso de azoto provoca um crescimento maior dos ramos laterais, aumentando o risco de estes se partirem bem como de surgirem doenças nos frutos (Hart et al., 2006).

A eficiência de absorção de um nutriente é afetada pela idade da planta (profundidade e espessura da zona radicular), pela presença de cobertura de superfície, pela posição da planta na linha, pelo método de aplicação (adubos granulares, líquidos ou foliares), a quantidade e a data de aplicação. Por exemplo, para cultivares não remontantes de framboesa e de amora, no ano de plantação é recomendado aplicar 34-57 kg N/ha, após a plantação e 57-91 kg N/ha nos anos seguintes, repartido em várias aplicações. Para cultivares remontantes recomendam-se as mesmas quantidades mas com um acréscimo de 23 kg N/ha na floração (Strik, 2013).

Em estudos feitos por Rempel et al., em 2001 e 2002, numa plantação estabelecida da cultivar ‘Meeker’ em solo, foram aplicados 0, 40 e 80 kg/ha de azoto marcado, isótopo <sup>15</sup>N,

após o abrolhamento dos gomos (17 de Março), e 40 kg/ha a 17 de Março seguida de outra aplicação de 40 kg/ha um mês depois. O maior fornecimento de azoto conduziu a uma maior absorção pelas plantas e uma concentração mais elevada do nutriente nos tecidos. Não foram observadas diferenças significativas no peso seco nem no teor em azoto total entre tratamentos, no entanto foi possível verificar que 17% foi removido nas podas, 12% na senescência das folhas, 13% na colheita, 30% ficou nos órgãos de reserva da parte aérea da planta, e 28% foi perdido ou translocado para as raízes. 94% do azoto, aplicado numa só data, foi encontrado na fruta, nos laterais frutíferos e nos novos lançamentos mas no tratamento com uma segunda aplicação em Maio, 60% do azoto foi encontrado nos novos lançamentos. Nos tratamentos com só uma data de aplicação o pico de absorção do azoto verificou-se em Julho e no tratamento com 2 aplicações em Setembro (Rempel et al., 2004).

## **2.2 Azoto nítrico e azoto amoniacal**

As plantas utilizam o ião nitrato e o ião amónio como fonte de azoto. Na maioria das situações as plantas crescem melhor se estiverem presentes as duas formas de azoto, sendo que o ião amónio é a forma preferencialmente absorvida e assimilada pois exige menos energia e poder redutor (Varennnes, 2003). No entanto, plantas de framboesa e de amora utilizam mais facilmente o azoto na forma nítrica do que na forma amoniacal (Hart et al., 2006).

Após a absorção do ião amónio pelas raízes, este tem que ser incorporado em moléculas orgânicas, dada a toxicidade do amoníaco, com que se encontra em equilíbrio. O ião nitrato é inócuo e pode ser translocado no xilema e acumulado nos vacúolos, para ser assimilado é reduzido em ião amónio, este processo pode ocorrer nas raízes ou nas folhas (Varennnes, 2003).

Na assimilação do ião nitrato são consumidos protões, isto leva à formação de ácidos orgânicos fazendo aumentar o pH da célula. Por outro lado, a assimilação do ião amónio é um processo acidificante do citosol, para contrariar essa descida do pH são expulsos protões e, desta forma, o elevado ou exclusivo fornecimento de azoto na forma de ião amónio irá provocar a acidificação da rizosfera. A forma de azoto fornecida às plantas vai por isso influenciar fortemente o balanço de cargas na planta e na rizosfera, podendo afetar a disponibilidade de nutrientes para as plantas (Varennnes, 2003).

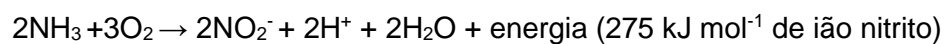
O azoto nítrico é solúvel em água, movendo-se facilmente no solo, está mais disponível para as plantas absorverem, o que também faz com que a sua lixiviação seja mais fácil (Hart et al., 2006). Para além do fornecimento de azoto, o ião nitrato é importante para a



osmorregulação e contra-ião acompanhando os catiões no xilema, pensa-se que é também um sinal regulador do metabolismo celular (Varennnes, 2003).

O azoto amoniacal é menos lixiviado pois fica adsorvido nas partículas do solo (Hart et al., 2006). No entanto, este pode facilmente ser permutado com outros iões, mantendo-se disponível para as plantas. (Varennnes, 2003).

Na solução do solo predomina a forma nítrica e o ião amónio é rapidamente oxidado a ião nitrato por bactérias autotróficas. A primeira etapa deste processo, chamado de nitrificação, é realizada por bactérias do género *Nitrosomonas*, sendo o ião nitrito o produto intermédio:



Na segunda etapa, bactérias do género *Nitrobacter* convertem o ião nitrito em nitrato:



Ao produzir iões de hidrogénio, como se vê na primeira etapa, a nitrificação é um processo acidificante.

Num estudo feito com a cultivar 'Zeva II' ao ar livre de Maio a Novembro na Alemanha, plantas em vaso foram fertilizadas com 2 soluções nutritivas idênticas em que a forma de Azoto fornecida foi apenas nítrica ou amoniacal, na última testou-se a adição de 1 % de carbonato de cálcio no substrato (areia de quartzo). A forma de azoto fornecida não influenciou a produção de matéria seca, já a fotossíntese líquida aumentou no tratamento com azoto amoniacal e carbonato de cálcio mas o índice de área foliar foi 25 % menor. Foi demonstrado que os efeitos provocados pela forma de azoto fornecida estão dependentes do pH e da capacidade tamponante do meio de crescimento (Claussen & Lenz, 1999).

### **2.3 Utilização sustentável de fertilizantes**

Nos últimos 100 anos, o crescimento demográfico mais que quadruplicou impulsionando uma produção intensiva de alimentos, o que conduziu a um grande aumento na utilização de adubos químicos, de pesticidas e de outros fatores de produção. Por serem facilmente arrastados pelas águas das chuvas ou das regas, os nitratos contaminam as águas degradando o ambiente, se forem ultrapassados certos limites colocam em risco a própria saúde humana. De forma a minimizar este tipo de poluição, a União Europeia determinou que os Estados-Membros elaborassem um ou mais códigos de boas práticas agrícolas, a aplicar pelos agricultores, artigo 6º do Decreto-lei n.º 235/97, de 3 de setembro (Soveral-Dias, s.d.).

A aplicação conjunta de água e fertilizantes, fertirrega, surgiu com a utilização de novas tecnologias aliada ao desenvolvimento dos sistemas de rega localizada. Esta prática permitiu aumentar a produtividade e diminuir a poluição ambiental, pois tornou possível o fornecimento de água e nutrientes nas zonas de maior absorção radicular e de acordo com o estado de desenvolvimento fenológico das culturas. Por outro lado, permitiu diminuir as quantidades de água e fertilizantes utilizadas bem como as perdas por lixiviação e volatilização (Rosa, 2009).

### **3. Importância económica da framboesa em Portugal e no Mundo**

A área de produção de framboesa, em Portugal, apresentou um aumento de 764 hectares entre 2010 e 2016. Neste período a produção anual passou de 2 216 para 16 972 toneladas (INE, 2012), (INE, 2017). Este crescimento deveu-se às condições edafo-climáticas favoráveis, de algumas regiões do país, aliadas a tecnologias de produção que permitiram a produção em épocas de baixa oferta por parte dos diferentes produtores mundiais, como previsto por Oliveira (2007).

A produção para o mercado fresco teve uma grande expansão nas décadas de 70 e 80, com a primeira e muito popular cultivar de domínio público, a 'Tulameen'. Nos Estados Unidos a produção para mercado fresco ultrapassou a produção para a indústria transformadora por volta de 2008, crescendo sempre desde então. Espanha e Portugal foram os pioneiros na produção fora de época em cultura protegida com cultivares remontantes, para exportação para o norte da Europa, que posteriormente passa a ser fornecido por Marrocos. O México tem o mesmo comportamento mas em relação aos Estados Unidos e ao Canadá (Funt & Hall, 2013).

No período entre 1994 e 2014, a Europa é a região que apresenta a maior produção de framboesa, 79,5 % da produção mundial, e em seguida a América com 18,5 %, sendo que os maiores produtores são a Rússia e a Sérvia (FAO, 2016).

### III Material e Métodos

Com este estudo pretende-se aferir o efeito do fornecimento de diferentes concentrações e formas de azoto, no crescimento e produção em lançamentos do ano de framboesa da cultivar Kweli, para a obtenção de plantas *long cane*, nas condições climáticas da região sudoeste de Portugal.

#### 1. Localização do ensaio

O ensaio realizou-se na empresa First Fruit, Lda., situada no concelho de Odemira, a uma latitude e longitude de 37°5'N e 8°40'O, respetivamente, e uma altitude de 98 m, distando cerca de 11 km do oceano (Figura 1).



**Figura 1** - Localização da empresa First Fruit Lda e do sector onde foi realizado o ensaio (Google, 2016).

#### 2. Material vegetal

Foram utilizadas plantas de framboesa com 3 meses, da cultivar Kweli. As plantas foram obtidas por estacaria herbácea. Antes da plantação encontravam-se em tabuleiros de 84 alvéolos e tinham sofrido a operação de remoção apical, “pinching”, 20 dias antes da plantação. Foi deixado apenas um lançamento lateral (Figura 2).



**Figura 2** – Plantas da cultivar Kweli um dia após plantação.

A cultivar 'Kweli' (ex seleção 35) foi criada pela Advanced Berry Breeding (ABB) na Holanda. É uma cultivar remontante, com dois períodos de colheita anual, na Primavera e no Outono, apresentando boas produtividades em ambas. O caule (lançamento) apresenta acúleos verdes. O seu fruto múltiplo de drúpas é laranja-vermelho claro, não escurece após a colheita e é o mais firme das 3 cultivares da ABB ('Kweli', 'Imara' e 'Kwanza'). Tem por isso um tempo de prateleira de mais de 10 dias. O seu fruto é grande (em média > 5g), característica que se mantém nas duas colheitas anuais. O sabor é bom e o fruto apanha-se facilmente. É resistente às pragas e doenças mais comuns (Meiosis Ltd, 2016).

### **3. Delineamento experimental e tratamento estatístico dos dados experimentais**

O ensaio foi estabelecido com um delineamento fatorial, completamente casualizado, com 2 fatores. Os fatores em estudo foram:

- concentração de azoto na solução nutritiva, com 3 níveis, 125, 175 e 250 mg N/L;
- percentagem de azoto amoniacal na solução nutritiva, com 3 níveis, 8, 16 e 24%.

Desta forma foram estabelecidas 9 soluções nutritivas de acordo com o Quadro 2.

**Quadro 2** - Concentração de azoto nas nove soluções nutritivas.

Solução nutritiva	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L)	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	N mineral: N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> + N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg N/L)
s1	10	115	125
s2	20	105	
s3	30	95	
s4	14	161	175
s5	28	147	
s6	42	133	
s7	18	207	225
s8	36	189	
s9	54	171	

O ensaio foi estabelecido com 5 repetições, perfazendo um total de 45 unidades experimentais. As diferentes unidades experimentais foram distribuídas de modo aleatório por 6 túneis de produção com as seguintes características: dimensão de 9,3 x 52,0 m e 4 linhas por túnel (Anexo 1 – Disposição das modalidades de fertilização e cultivares no sector). Cada unidade experimental (repetição) correspondia a meia linha do túnel e continha 54 plantas da variedade “Kwell”. Desta forma, utilizaram-se, em todo o ensaio, 2430 plantas desta variedade. Em cada linha, de modo a que esta ficasse completa, colocaram-se mais 20 plantas da cultivar ‘Imara’. No entanto, estas plantas não foram consideradas neste trabalho.

Os dados experimentais foram analisados através da análise de variância (ANOVA) e, quando esta se revelou significativa, com o teste de comparação múltipla das médias de Tukey ( $\alpha=0,05$ ) utilizando o software Statistix 9 (Analytical Software, Tallahassee, Florida).

#### 4. Instalação e condução do ensaio

No dia 8 de Agosto as plantas de framboesa foram transplantadas para vasos de polietileno preto de volume 10 L, uma planta por vaso. O substrato utilizado foi fibra de coco, a marca Golden Grow Blend Medium Chips da empresa Projar, Espanha, constituído por 73% de fibra de coco (0-4 mm), 20% de chips e 7% de fibra curta (2-4 cm).

As plantas foram instaladas nos túneis referidos anteriormente, deixando 1 metro de bordadura no início e no final de cada linha e um espaçamento de 2,0 m entre linhas e de 0,33 m entre vasos na linha. Utilizou-se o sistema de condução vertical espaldeira simples, constituído por postes de metal dispostos a uma distância de 4 m na linha, arames de suporte a 0,6 e 1,2 m de altura e cordas de suporte na zona de frutificação (Figura 3).



**Figura 3** – Pormenor do sistema de condução, 15-11-2014.

A dotação de água e nutrientes realizou-se por fertirrega, com 2 gotejadores de débito  $4 \text{ L h}^{-1}$  por vaso. Partindo da recomendação de fertilização do laboratório Altic (Anexo 2), foram estabelecidas 9 modalidades de fertilização (Anexo 3 – Soluções nutritivas) com 3 variações tanto na concentração de azoto mineral fornecida (125, 175 e 250 mg/L), bem como nas quantidades relativas de azoto nítrico (92, 84 e 76%) e amoniacal (8, 16 e 24%) (Anexo 4).

O sistema de rega era composto por uma mesa de fertirrigação com um sistema de venturis automáticos, pelo programador Agronic® 4000, por uma bomba de rega, um filtro com limpeza automática, 10 válvulas automáticas, uma bomba para a injeção das soluções concentradas, 2 válvulas redutoras e 5 tanques (Figura 4).





**Figura 4** – Vista geral do sistema de rega.

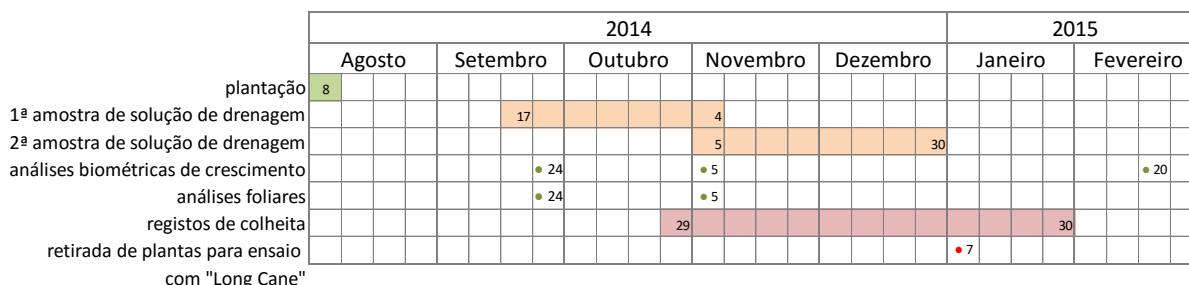
De forma a serem injetados os níveis de nutrientes desejados em cada tratamento de fertilização (Quadro 3), foram utilizadas 4 soluções concentradas diferentes (Anexo 3) e ácido nítrico a 55%. A injeção das soluções concentradas era feita em função do pH, da CE e dos débitos de injeção programados. Os valores do pH e da CE eram aferidos por duas sondas integrantes do sistema, que mediam os respetivos valores. Utilizou-se um pH de 5,9 e os valores de CE calculados foram aumentados em 0,3, o valor da CE da água da charca proveniente da barragem de Santa Clara. O volume de dotação de rega era determinado consoante a percentagem de dreno verificada, cujo valor pretendido era de aproximadamente 20%, prática utilizada pela empresa.

**Quadro 3** – Condutividade elétrica (CE) e concentração dos macronutrientes determinados para as 9 soluções nutritivas.

<b>Solução nutritiva</b>	<b>CE (ms/cm)</b>	<b>P (mg/L)</b>	<b>K (mg/L)</b>	<b>Ca (mg/L)</b>	<b>Mg (mg/L)</b>	<b>S (mg/L)</b>
<b>s1</b>	1,9	30,9	211,5	144,8	32,7	8,7
<b>s2</b>	2,0	30,9	211,5	144,8	33,1	21,8
<b>s3</b>	2,1	30,9	211,5	144,8	33,4	33,9
<b>s4</b>	2,0	30,9	211,5	146,0	31,0	10,2
<b>s5</b>	2,1	30,9	211,5	145,7	31,5	27,2
<b>s6</b>	2,3	30,9	211,5	145,5	32,0	44,3
<b>s7</b>	2,1	30,9	211,5	149,8	29,4	9,7
<b>s8</b>	2,2	30,9	211,5	146,6	30,0	32,7
<b>s9</b>	2,4	30,9	211,5	146,2	30,6	54,7

## 5. Observações efetuadas

A Figura 5 ilustra o intervalo de tempo em que decorreu o ensaio e as datas de recolha de dados e de amostras. Os materiais e métodos utilizados para tal são apresentados de seguida.



**Figura 5 – Esquema temporal de colheita de dados e de amostras.**

### 5.1 Características das soluções de rega e de drenagem

De 17 de Setembro a 30 de Dezembro, com intervalos de 2 a 4 dias, registaram-se os volumes de rega e de solução de drenagem utilizando um copo medidor com capacidade de 1500 mL e 100 mL de graduação. Nos mesmos dias, foram recolhidos 50 mL da solução nutritiva de rega proveniente de dois gotejadores e 100 mL da solução drenada de dois vasos, em quatro repetições de cada tratamento, através dos sistemas de recolha representados nas Figuras 6 e 7. Na empresa, eram analisados 50 mL de cada solução (de rega e de drenagem) após a sua recolha, utilizando a sonda Horiba C-131 para a determinação do nível de potássio, a sonda Horiba B-341 para os nitratos e a sonda HI 9811-5 para os valores do pH e da CE. Os restantes 50 mL da solução de drenagem eram armazenados em garrafas de 1,5 L e congelados. Constituíram-se assim 2 amostras, correspondentes ao dreno dos dias de 17/09/2014 a 04/11/2014 e de 05/11/2014 a 30/12/2014, que foram posteriormente analisadas no ISA.





**Figura 6** - Sistema de recolha da solução nutritiva (jarro de medição com uma capacidade de 1500 mL e uma graduação de 100 mL).



**Figura 7** - Sistema de recolha da solução drenada (prato com um furo e garrafão com um buraco lateral).

Para a leitura do pH nas análises realizadas no ISA, utilizou-se um medidor de pH Thermo Electron Corporation, modelo Orion 3 Star (Thermo Fisher Scientific, Waltham, Massachuset, Estados Unidos) e a leitura da condutividade elétrica foi obtida através de um condutímetro de marca Metrohm, modelo 660 (Metrohm, Herisau, Suíça). Os níveis de azoto nítrico (método da sulfanilamida), de azoto amoniacal (método de Berthelot) e de fósforo (método do azul de fosfomolibdénio) foram quantificados num autoanalisador de fluxo segmentado de marca Skalar, modelo SANplus System (Skalar Analytical B.V., Breda, Holanda), de acordo com as metodologias referidas em Houba et al. (1989). O teor em magnésio, cálcio, potássio e sódio, bem como nos micronutrientes cobre, zinco, manganês e ferro foram determinado por espectrofotometria de absorção atômica num espectrofotómetro de marca UNICAM Mseries, modelo Sollar (Thermo Fisher Scientific, Waltham, Massachuset, Estados Unidos).

Ao longo do ensaio foram também recolhidas 8 amostras das soluções nutritivas, dos 9 tratamentos, para análise dos mesmos parâmetros referidos na análise da solução drenada.

## 5.2 Teores foliares de nutrientes

Aos 48 e 90 DAP foi recolhida uma amostra de 10 folhas, mais jovens e completamente expandidas, em 3 repetições por tratamento. Foram analisados os seus teores em azoto, fósforo, magnésio, cálcio, potássio, sódio, cobre, zinco, manganês e ferro.

As amostras de folhas foram secas a 65 °C, numa estufa com ventilação forçada, até peso constante, o que normalmente ocorre em 48 horas. Posteriormente, o material seco foi moído num moinho inox, com um crivo de 1 mm, de marca Cullatti modelo TYP MFC (Cullatti, Berna, Suíça).

O teor de azoto nas amostras de material vegetal, secas a 65 °C e moídas, foi determinado pelo método de Kjeldahl (Horneck & Miller, 1998). Uma amostra de 0,25 g da matéria vegetal foi digerida na presença de ácido sulfúrico concentrado (6 mL) e selénio (catalisador) a 340 °C, até a obtenção de um digerido incolor (cerca de 5 horas de digestão). Após a digestão e o arrefecimento da amostra, foi adicionada água até o volume final de 50 ml. O azoto, neste extrato, foi quantificado num autoanalisador de fluxo segmentado de marca Skalar, modelo SANplus System (Skalar Analytical B.V., Breda, Holanda) usando o método de Berthelot (Houba, et al., 1989).

Os restantes elementos minerais foram determinados após a incineração de 0,5 g de amostra a 500 °C, durante pelo menos 8 horas, de modo a destruir toda a matéria orgânica, e solubilização das cinzas com uma solução de ácido clorídrico (HCl) de concentração 3 M (Martí & Muñoz, 1957). O fósforo foi doseado por espectrofotometria de absorção molecular, utilizando vanadomolibdato de amónio para o desenvolvimento de cor. Os elementos potássio, cálcio, magnésio, sódio, ferro, cobre, zinco e manganês foram doseados por espectrofotometria de absorção atômica num espectrofotómetro de marca UNICAM Mseries, modelo Sollar (Thermo Fisher Scientific, Waltham, Massachusset, Estados Unidos). Uma subamostra de material vegetal foi ainda seca a 100-105 °C, para a determinação da humidade residual, e os teores de nutrientes foram reportados à matéria seca.

### **5.3 Crescimento e desenvolvimento**

Foi retirada uma planta em cada uma de 3 repetições, para análise biométrica destrutiva em 3 datas: 48, 90 e 197 DAP. A planta escolhida para análise representava o estado de desenvolvimento fenológico mais comum na repetição, dentro da moda. Recolheram-se os seguintes parâmetros biométricos:

- Comprimento total do lançamento;
- Comprimento da zona de frutificação;
- Diâmetro a 2 cm da base do lançamento;
- Diâmetro da flor;
- Número de nós da zona vegetativa;

- Número de nós da zona de frutificação;
- Número de folhas da zona vegetativa;
- Número de folhas da zona de frutificação;
- Peso fresco e peso seco do lançamento principal;
- Peso fresco e peso seco das folhas da zona vegetativa;
- Peso fresco e peso seco das folhas da zona de frutificação.

Estes parâmetros foram recolhidos conforme normas utilizadas no laboratório de biometria vegetal do INIAV. Para a determinação do peso seco, o material vegetal foi colocado numa estufa Memmert a 70°C, com circulação de ar forçada, até peso constante. As pesagens foram realizadas numa balança Mettler PJ-15 com uma precisão de 0,01 gramas.

#### **5.4 Produção**

Os frutos maduros foram colhidos em intervalos de 2 a 3 dias. Iniciou-se a observação da produção a 29 de Outubro de 2014 e foi interrompida a 30 de Janeiro de 2015. Durante a colheita os frutos foram separados, de acordo com os padrões de qualidade utilizados na empresa, em duas categorias: comercializáveis e não comercializáveis, o peso de ambas foi registado. A cada colheita foi registado o peso médio de 20 frutos. Foi utilizada uma balança digital de marca Tanita, modelo Kd1603611, com 0,1 g de precisão.

A produção potencial foi determinada através do somatório do número de frutos colhidos e não colhidos por lançamento, no final do ensaio (197 DAP, 20-02-2015), e do peso médio do fruto observado, 5.1 g.

Para o cálculo do peso seco dos frutos, utilizou-se a produção potencial e o peso seco dos frutos da cultivar Kweli (0,74 g/fruto) encontrado por Emanuel Branco (comn. pess.).

Determinou-se a média dos dias após plantação em que se obteve 5% e 50% da produção observada. O cálculo foi feito utilizando a produção observada por tratamento ao longo do ensaio e a data de plantação.

## IV. Resultados e Discussão

### 1. Composição das soluções drenadas

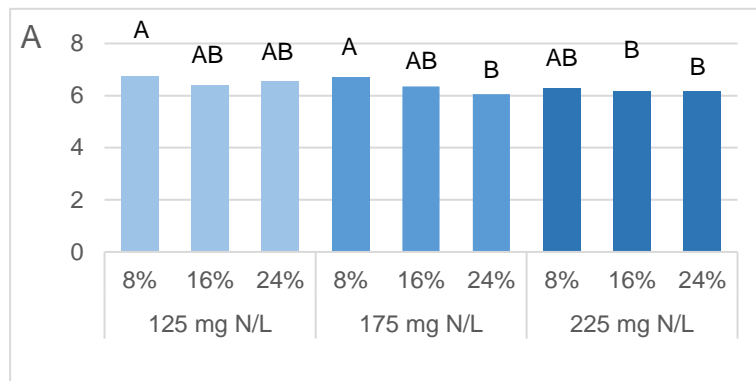
Ao longo do ensaio verificou-se uma percentagem de solução drenada de 26%. Como referido anteriormente a empresa utiliza os 20 % e tratando-se de um ensaio de campo este é um valor aceitável, considerando valores de drenagem razoáveis entre os 10 e os 30% (Gavilán, 2015).

#### 1.1. Evolução do pH e CE das soluções drenadas

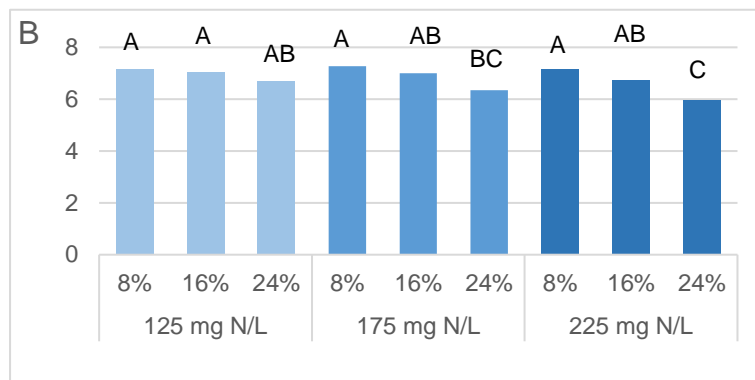
Na Figura 8 e no Quadro 4 apresenta-se a evolução dos parâmetros pH e CE dos drenados, determinados *in loco*, com recurso a medidores portáteis, em três fases do ensaio: início, meio e final do período de monitorização do ensaio.

Nas modalidades com a menor concentração de azoto (125 mg N/L), verificou-se uma tendência de aumento do pH da solução drenada, que subiu de uma média de 6,5 para 7,2, entre o início e o final das observações (Figura 8). Entre a primeira e a segunda data analisada verificou-se um aumento de pH, em todas as modalidades de fertilização com exceção da modalidade com a maior concentração de azoto mineral total e maior percentagem de azoto amoniacal (Gráficos A e B).

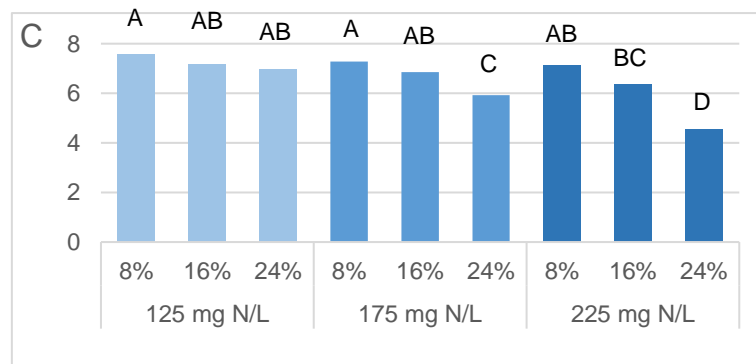
Na última data de amostragem (Gráfico C) o pH diminuiu significativamente com o aumento da percentagem de amónio nos níveis de azoto mineral total mais elevados, 175 e 225 mg N/L. Essa diminuição de pH foi mais expressiva na percentagem de azoto amoniacal mais elevada, 24%). A presença do ião amónio está fortemente relacionada com a descida do pH uma vez que tanto o processo da sua absorção pela planta como da sua oxidação a ião nitrato no substrato (nitrificação), liberta iões hidrogénio para a rizosfera, causando a diminuição do pH.



Teste de comparação múltipla de médias de *Tukey*, valores com letras diferentes diferem a 95% de confiança.



Teste de comparação múltipla de médias de *Tukey*, valores com letras diferentes diferem a 95% de confiança.



Teste de comparação múltipla de médias de *Tukey*, valores com letras diferentes diferem a 95% de confiança.

**Figura 8** - pH das soluções drenadas, A - 17/9/2014, B - 4/11/2014 e C - 23/12/2014.

A CE das soluções drenadas é um indicador utilizado para avaliar se a dotação de água e nutrientes está a ser feita de forma correta (Gavilán, 2015). Uma vez que a percentagem de drenagem ao longo do ensaio se manteve nos valores recomendados, o aumento da CE das soluções drenadas poderá dever-se ao fornecimento de soluções nutritivas de rega com níveis de nutrientes superiores aos necessários e, por isso, não absorvidos pelas plantas e lixiviados.

Na observação de dia 17/9/2014 a CE da solução drenada foi significativamente superior para as modalidades com concentrações de azoto mineral total mais elevadas (Quadro 4). A 23/12/2014, data próxima do final das observações das soluções drenadas, este parâmetro foi significativamente mais alto nas modalidades com maior percentagem de azoto amoniacal.

**Quadro 4** - CE das soluções drenadas, a 17/9/2014, 4/11/2014 a 23/12/2014.

	CE (mS/cm) 17/09/2014	CE (mS/cm) 04/11/2014	CE (mS/cm) 23/12/2014
<b>N (mg/L)</b>			
<b>125</b>	2,2 B	4,0	4,0
<b>175</b>	2,4 AB	4,0	4,4
<b>225</b>	2,8 A	4,0	4,0
<b>Nível de sig.</b>	0,047	n. s.	n. s.
<b>% N - NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>			
<b>8</b>	2,5	4,00	3,8 B
<b>16</b>	2,3	3,80	3,9 B
<b>24</b>	2,5	4,30	4,7 A
<b>Nível de sig.</b>	n. s.	n. s.	0,020
<b>Média</b>	2,45	4,03	4,13
<b>EP</b>	0,23	0,25	0,30

Teste de comparação múltipla de médias de *Tukey*, valores com letras diferentes diferem a 95% de confiança. Não existe interação entre os fatores N (mg/L) e % N - NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

## 1.2. Composição das soluções drenadas analisadas laboratorialmente

A análise química laboratorial das soluções de drenagem da primeira amostra, mostrou uma diminuição de pH significativa para as modalidades com a maior percentagem de azoto amoniacal (Quadro 5). Essa diminuição intensificou-se ao longo do ensaio, sendo que na segunda amostragem verificou-se um pH significativamente mais baixo, com um valor de 5,6, na solução drenada da modalidade de fertilização com maior concentração de azoto mineral total e maior percentagem de azoto amoniacal (Quadro 6).

A CE aumentou de uma média de 3,0 para 3,3, entre as duas amostragens. Não era expetável, mas na última amostra a CE apresentou valores significativamente mais elevados na modalidade com o nível mais baixo de azoto mineral total e a percentagem de azoto amoniacal mais elevada. O aumento da condutividade elétrica das soluções drenadas ao

longo do tempo pode ser explicado pelo preenchimento do complexo de troca da fibra de coco, e leva a uma maior lixiviação de nutrientes (Matos, 2013).

No primeiro período de amostragem (Quadro 5), verificou-se uma concentração significativamente mais alta de azoto nítrico, 229,6 mg/L, nas soluções de drenagem correspondentes às modalidades de fertilização com maior concentração de azoto mineral total (225 mg /L). É ainda de destacar que a concentração de azoto nítrico no drenado (229,6 mg/L) e na solução nutritiva (225 mg /L) são idênticos. Pelo contrário, nas soluções nutritivas com menor concentração de azoto (125 mg N/L) a concentração de azoto nítrico nos drenados é mais baixa (54,3 mg/L) e bastante inferior à concentração da solução nutritiva. No segundo período de amostragem (Quadro 6), a tendência manteve-se, com teores elevados de azoto nítrico nos drenados das modalidades com 225 mg N/L. Verifica-se, novamente, que nas modalidades com 125 mg N/L, o teor de azoto nítrico nos drenados foi bastante inferior à concentração de azoto mineral total na solução nutritiva.

O potássio foi, nas duas observações, o nutriente com maiores concentrações nas soluções drenadas, apresentado uma média de 460,9 e 406,9 mg/L, no primeiro e no segundo período de amostragem, respetivamente.

A concentração de magnésio e de sódio nas soluções drenadas diminuíram em média aproximadamente 22 e 37% entre os dois períodos de amostragem, respetivamente.

**Quadro 5** – Valores médios de pH, CE e concentração de macronutrientes nas soluções de drenagem, no período de 17/9/2014 a 4/11/2014.

	pH	CE (ms/cm)	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	P (mg/L)	Mg (mg/L)	Ca (mg/L)	K (mg/L)	Na (mg/L)
<b>N (mg/L)</b>								
<b>125</b>	6,4	2,8 B	54,3 C	31,8 AB	122,4	56,4 C	467,3	144,8
<b>175</b>	6,4	3,1 AB	152,3 B	33,9 A	175,3	99,7 B	460,3	135,2
<b>225</b>	6,4	3,2 A	229,6 A	29,9 B	147,3	130,1 A	455,1	122,7
<b>Nível de sig.</b>	n. s.	<0,05	<0,01	<0,05	n. s.	<0,01	n. s.	n. s.
<b>% N - NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>								
<b>8</b>	6,5 A	2,9 B	137,7	29,6 B	121,3 B	63,6 B	480,5	142,6
<b>16</b>	6,4 A	2,9 AB	156,1	32,0 AB	141,7 AB	109,4 A	435,5	123,8
<b>24</b>	6,2 B	3,3 A	142,7	34,0 A	182,1 A	113,1 A	466,7	136,3
<b>Nível de sig.</b>	<0,01	<0,05	n. s.	<0,01	<0,05	<0,01	n. s.	n. s.
<b>Média</b>	6,4	3,0	145,4	31,9	148,3	95,4	460,9	134,2
<b>EP</b>	0,06	0,17	9,06	1,55	23,15	10,70	24,96	9,65

Teste de comparação múltipla de médias de *Tukey*, valores com letras diferentes diferem a 95% de confiança.  
Não existe interação entre os fatores N (mg/L) e % N - NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

**Quadro 6** - Valores de pH, CE e concentração de macronutrientes nas soluções de drenagem, no período de 5/11/2014 a 30/12/2014.

N (mg/L)	% N - NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	pH	CE (ms/cm)	N- NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L)	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	Mg (mg/L)	K (mg/L)	Na (mg/L)
<b>125</b>	<b>8</b>	6,7 AB	2,7 B	0,1 B	65,0 D	109,0 B	424,1 AB	96,8 AB
	<b>16</b>	6,7 AB	2,8 B	0,5 B	80,0 CD	109,2 B	357,6 B	86,3 B
	<b>24</b>	6,8 AB	4,2 A	0,2 B	25,3 D	191,3 A	642,8 A	163,3 A
<b>175</b>	<b>8</b>	6,9 AB	3,1 AB	0,2 B	148,8 C	101,5 B	409,3 AB	93,8 AB
	<b>16</b>	6,8 AB	3,6 AB	0,6 B	239,8 B	121,3 B	447,8 AB	84,5 B
	<b>24</b>	6,4 B	3,6 AB	6,7 B	239,5 B	87,1 B	408,2 AB	65,8 B
<b>225</b>	<b>8</b>	7,0 A	3,5 AB	0,2 B	323,5 A	128,8 AB	412,3 AB	85,5 B
	<b>16</b>	6,5 AB	3,4 AB	2,3 B	351,3 A	105,5 B	321,1 B	49,7 B
	<b>24</b>	5,6 C	3,0 AB	29,4 A	279,9 AB	84,0 B	239,1 B	31,4 B
<b>Média</b>		6,6	3,3	4,5	194,8	115,3	406,9	84,1
<b>EP interação</b>		0,19	0,36	2,37	20,78	19,38	67,77	19,86
<b>Nível de sig. interação</b>		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Teste de comparação múltipla de médias de *Tukey*, valores com letras diferentes diferem a 95% de confiança.  
Existe interação entre os fatores N (mg/L) e % N - NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.



**Quadro 7** - Concentração de fósforo e cálcio nas soluções de drenagem, no período de 5/11/2014 a 30/12/2014.

	<b>P</b>	<b>Ca</b>
	<b>(mg/L)</b>	<b>(mg/L)</b>
<b>N (mg/L)</b>		
<b>125</b>	27,5	154,2 B
<b>175</b>	33,1	285,1 A
<b>225</b>	34,5	336,9 A
<b>Nível de sig</b>	n.s	<0,01
<b>% N - NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>		
<b>8</b>	23,9 B	162,8 B
<b>16</b>	30,8 B	293,9 A
<b>24</b>	40,4 A	319,5 A
<b>Nível de sig</b>	<0,01	<0,01
<b>Média</b>	31,7	258,8
<b>EP</b>	3,59	20,8

Teste de comparação múltipla de médias de *Tukey*, valores com letras diferentes, por coluna, diferem a 95% de confiança. Não existe interação entre os fatores N (mg/L) e % N - NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

As concentrações de cálcio mostraram-se significativamente mais elevadas nas modalidades com maior concentração de azoto mineral total. A sua concentração nas soluções drenadas aumentou entre medições, apresentando os valores máximos de 130,1 mg/L na primeira amostragem (Quadro 5) e 336,9 mg/L na segunda amostragem (Quadro 7). Este aumento da presença de cálcio nas soluções drenadas deve-se possivelmente à lixiviação do ião nitrato, uma vez que esta é acompanhada de catiões, nomeadamente iões cálcio, contribuindo também para a diminuição do pH (Varennnes, 2003). No segundo período de amostragem, a concentração de cálcio foi significativamente maior nas modalidades com percentagens de azoto amoniacal mais elevadas. Esta pode dever-se à permuta de catiões, principalmente cálcio, magnésio e potássio, adsorvidos no complexo de troca por iões de hidrogénio presentes, dado o pH mais baixo observado nestas modalidades.

No segundo período de amostragem, a concentração de fósforo nas soluções drenadas foi significativamente mais elevada na modalidade com a maior concentração de azoto mineral total e maior percentagem de azoto amoniacal. Este resultado pode dever-se ao pH da solução drenada, uma vez que esta foi também a modalidade que apresentou o valor de pH mais baixo. Quando os valores de pH são baixos, menores que 6, o fósforo encontra-se em formas químicas mais solúveis, nomeadamente na forma do ião H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>. Em solos ácidos, o fósforo pode formar compostos insolúveis na presença de ferro, alumínio ou magnésio (Varennnes, 2003). Uma vez que este estudo foi realizado num substrato orgânico,

sem a presença desses elementos, o fósforo não será tão insolubilizado, existindo, por isso, condições para uma maior disponibilidade e consequente lixiviação.

## **2. Teores de nutrientes foliares**

As concentrações de azoto e de fósforo, na folha mais recente e completamente expandida aos 48 DAP, foram significativamente mais altas para o tratamento com maior nível de azoto mineral total e a maior percentagem de azoto amoniacal, apresentando os valores de 3,17 % N e 0,36 % P (Quadro 8). As percentagens de azoto encontradas nas folhas, na maioria das modalidades, mostraram-se dentro do intervalo aconselhado de 2,3 a 3,0% para final de julho, início de agosto. No entanto, como seria de esperar, os valores baixaram na segunda amostra (Strik & Rempel, 2006), sendo o valor mais elevado 2,68% nas modalidades com o nível de azoto mineral total mais alto (Figura 9).

Na segunda amostragem, aos 90 DAP, a percentagem de fósforo foliar foi significativamente mais elevada na modalidade com nível de azoto mineral total e percentagem de azoto amoniacal mais baixos (Quadro 9). Apesar desta alteração de concentrações ao longo do ensaio, os valores da percentagem de fósforo foliar encontraram-se sempre dentro dos valores considerados suficientes para um bom estado nutritivo das plantas, entre 0,25 e 0,60%, como se evidencia no Quadro 1.

As percentagens de potássio foliar mostraram-se dentro do intervalo considerado suficiente, 1,5 – 3,0%, nas duas amostragens efetuadas (Figuras 9 e 10). As percentagens de cálcio estiveram sempre mais próximas do limite inferior aconselhado de 0,60% (Figura 9 e Quadro 9).

Para a percentagem de magnésio foliar, em framboesa encontram-se valores recomendados, superiores a 0,30% (INIAP, 2006). Na segunda amostragem aos 90 DAP, o valor significativamente mais elevado observado foi 0,53% de magnésio foliar, nas modalidades com o maior nível de azoto mineral total, 225 mg/L (Figura 10).

**Quadro 8** – Percentagens de azoto e fósforo foliares a 24/09/2014 (48 DAP).

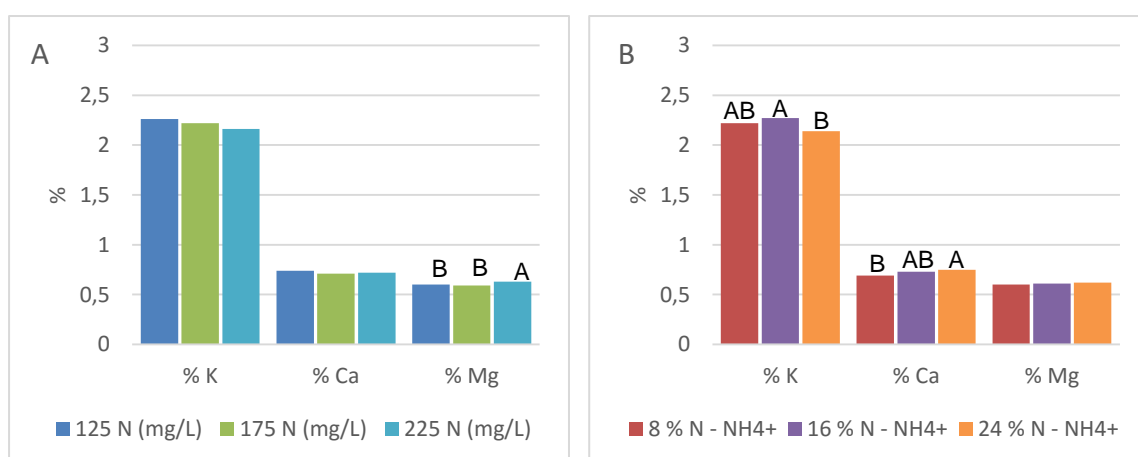
	<b>N (mg/L)</b>	<b>% N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (mg/L)</b>	<b>N (%)</b>	<b>P (%)</b>
<b>125</b>		8	2,90 ab	0,31 abc
		16	2,97 ab	0,34 abc
		24	3,00 ab	0,33 abc
<b>175</b>		8	2,94 ab	0,31 abc
		16	2,73 b	0,30 bc
		24	2,65 b	0,28 c
<b>225</b>		8	2,77 ab	0,28 c
		16	3,01 ab	0,34 ab
		24	3,17 a	0,36 a

Teste de comparação múltipla de médias de *Tukey*, valores com letras diferentes diferem a 95% de confiança. Existe interação entre os fatores N (mg/L) e % N - NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

**Quadro 9** - Percentagens de nutrientes foliares a 5/11/2014 (90 DAP).

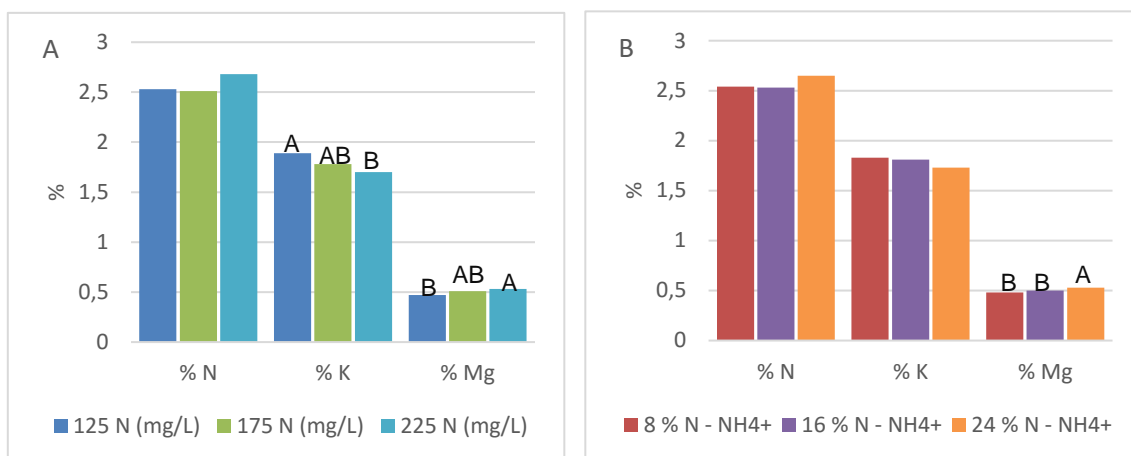
	<b>N (mg/L)</b>	<b>% N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (mg/L)</b>	<b>P (%)</b>	<b>Ca (%)</b>
<b>125</b>		8	0,37 a	0,67 c
		16	0,33 abc	0,80 abc
		24	0,27 d	0,82 ab
<b>175</b>		8	0,32 abcd	0,82 ab
		16	0,29 bcd	0,83 ab
		24	0,29 cd	0,86 ab
<b>225</b>		8	0,34 abc	0,87 ab
		16	0,33 abc	0,93 a
		24	0,34 ab	0,79 bc

Teste de comparação múltipla de médias de *Tukey*, valores com letras diferentes diferem a 95% de confiança. Existe interação entre os fatores N (mg/L) e % N - NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.



Teste de comparação múltipla de médias de *Tukey*, valores com letras diferentes diferem a 95% de confiança. Não existe interação entre os fatores N (mg/L) e % N - NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

**Figura 9** – Percentagens de potássio, cálcio e magnésio a 24/09/2014 (48 DAP), em relação a: A – azoto mineral total mg N/L e B - % de azoto amoniacal.



Teste de comparação múltipla de médias de *Tukey*, valores com letras diferentes diferem a 95% de confiança. Não existe interação entre os fatores N (mg/L) e % N - NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

**Figura 10** – Percentagens de azoto, potássio e magnésio a 5/11/2014 (90 DAP), em relação a: A – azoto mineral total mg N/L e B - % de azoto amoniacal.

### 3. Avaliações biométricas de crescimento

#### 3.1 Peso seco das raízes, lançamentos, folhas e frutos.

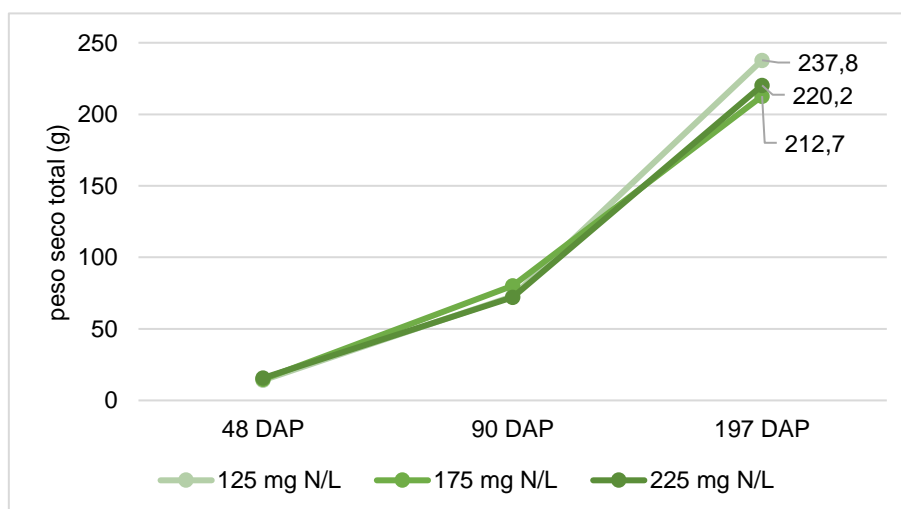
A primeira avaliação relativa aos pesos secos das várias partes das plantas, aos 48 DAP, não mostrou diferenças provocadas pelas diferentes modalidades de fertilização. Na segunda análise (90 DAP) obtiveram-se diferenças significativas ao nível do peso seco das raízes e do peso seco das folhas, e na última análise (197 DAP) apenas no peso seco dos frutos (Quadro 10).

**Quadro 10** – Pesos seco das raízes, peso seco das folhas e peso seco total aos 90 DAP, peso seco dos frutos aos 197 DAP.

	peso seco raízes (g) 90 DAP	peso seco folhas (g) 90 DAP	peso seco total (g) 90 DAP	peso seco frutos (g) 197 DAP
<b>N (mg/L)</b>				
125	13,8 B	35,1 B	72,9	79,6 B
175	16,0 A	39,9 A	80,1	122,8 A
225	13,3 B	35,0 B	72,2	101,3 AB
<b>Nível de sig</b>	< 0,05	< 0,05	n. s. (0,056)	< 0,01
<b>% N - NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>				
8	13,7	36,3	72,5	112,7 A
16	14,6	37,0	76,3	80,5 B
24	14,8	36,7	76,4	110,4 AB
<b>Nível de sig</b>	n. s.	n. s.	n. s.	< 0,05
<b>Média</b>	14,4	36,7	75,1	101,2
<b>EP</b>	0,86	1,84	3,33	11,95

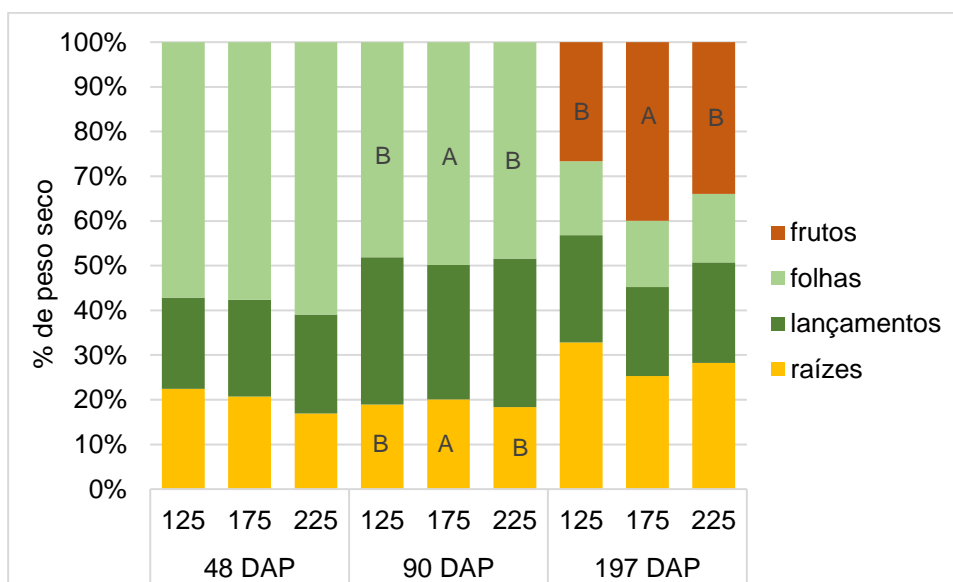
Teste de comparação múltipla de médias de Tukey, valores com letras diferentes diferem a 95% de confiança. Não existe interação entre os fatores N (mg/L) e % N - NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

Aos 90 DAP verificou-se um peso seco das raízes e das folhas significativamente maior nas modalidades de fertilização com a concentração de azoto mineral total de 175 mg N/L e, apesar de não haver diferenças significativas, o peso seco total encontrado para estas modalidades foi também maior, com uma média de 80,1 g (Quadro 10). Esta tendência não se manteve aos 197 DAP, mas as mesmas modalidades apresentaram um peso seco dos frutos maior (122,8 g), para a concentração de azoto mineral total intermédio e 112,7 g para a percentagem de azoto amoniacal mais baixa.



**Figura 11** - Efeito dos três níveis de azoto mineral no peso seco total.

Não foram encontradas diferenças significativas no peso seco total entre as diferentes modalidades de fertilização (Figura 12). Na última análise este foi maior nas modalidades de fertilização com a concentração mais baixa de azoto mineral total aplicado (125 mg N/L). Esta diferença deveu-se ao maior peso seco das raízes, dos lançamentos e das folhas pois, em relação às outras modalidades, o peso seco dos frutos foi o mais baixo (Figura 11).



Teste de comparação múltipla de médias de *Tukey*, valores com letras diferentes diferem a 95% de confiança. Não existe interação entre os fatores N (mg/L) e % N -  $\text{NH}_4^+$ .

**Figura 12** – Partição do peso seco para as diferentes quantidades de N total fornecido, aos 48, 90 e 197 DAP.

### 3.2 Comprimento e número de nós.

As diferentes modalidades de fertilização não tiveram influência no comprimento dos lançamentos e no número de nós. Os lançamentos do primeiro ano apresentaram em média um comprimento de 225,5 cm e 58,7 nós (Quadro 11). Após a poda dos lançamentos de primeiro ano abaixo da zona de frutificação, os lançamentos deixados para o segundo ano de produção, *long cane*, teriam em média 152,5 cm e 40,7 nós. Estes valores são semelhantes aos valores obtidos por Sønsteby & Heide (2010), num país nórdico, para diferentes cultivares a temperaturas de 20 °C, 22 °C e 26 °C. Neste trabalho, a ‘Autumn Bliss’ apresentou em média um comprimento de 139,3 cm e 31 nós, a ‘Polka’ 134,6 cm e 30,8 nós e a ‘Erika’ 190,4 cm e 41,3 nós.

**Quadro 11** – Comprimento e número de nós nos lançamentos de 1º ano e nos lançamentos obtidos para a segunda produção.

N (mg/L)	Lançamento de 1º ano		Lançamento de 2º ano ("Long Cane")	
	comprimento (cm)	n.º nós	comprimento (cm)	n.º nós
125	232,1	58	161,2	41
175	218,3	59	143,4	41
225	226,0	59	152,9	40

#### 4. Análise quantitativa da produção

##### 4.1 Produção total observada

Durante o período de recolha de dados, as diferentes modalidades de fertilização não provocaram diferenças significativas na produção total observada, que foi em média 188 g por lançamento (Quadro 12). No entanto, a maior concentração de azoto total permitiu obter uma produção de frutos de 1ª classe significativamente maior e uma menor percentagem de refugo.

A percentagem de refugo foi significativamente menor nas modalidades de fertilização com a maior percentagem azoto amoniacal.

O peso médio do fruto não foi significativamente diferente entre modalidades, apresentando um valor médio de 5,1 g.

Não foi verificada uma diferença significativa nas datas de colheita em relação a 5 % e a 50 % da produção registada, estas apresentaram uma média de 125 e 161 DAP, respetivamente. Este resultado está de acordo com De Gomez (1984), que também não encontrou diferenças entre o fornecimento de dois níveis de azoto diferentes e o início da colheita.

**Quadro 12** – Produção total por lançamento (g), produção comercializável por lançamento (g), % de refugo, peso médio do fruto e DAP para 5% e 50% da produção nas 14 semanas do ensaio.

	<b>produção total</b> <b>(g/lançamento)</b>	<b>1ª classe</b> <b>(g/lançamento)</b>	<b>Refugo</b> <b>%</b>	<b>peso</b> <b>médio</b> <b>do fruto (g)</b>	<b>5%</b> <b>colheita</b> <b>(DAP)</b>	<b>50%</b> <b>colheita</b> <b>(DAP)</b>
<b>N (mg/L)</b>						
<b>125</b>	165	133 B	23 A	5,2	120	159
<b>175</b>	184	149 AB	24 A	5,1	127	162
<b>225</b>	215	185 A	16 B	5,1	127	162
<b>Nível de sig</b>	n. s.	<0,05	<0,01	n. s.	n. s.	n. s.
<b>% N - NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>						
<b>8</b>	197	157	26 A	5,2	125	162
<b>16</b>	194	162	19 AB	5,1	122	159
<b>24</b>	174	147	19 B	5,0	127	161
<b>Nível de sig</b>	n. s.	n. s.	<0,05	n. s.	n. s.	n. s.
<b>Média</b>	188	156	21	5,1	125	160
<b>EP</b>	22	80	3	0,07	5,3	1,75

Teste de comparação múltipla de médias de *Tukey*, valores com letras diferentes diferem a 95% de confiança.

Não existe interação entre os fatores N (mg/L) e % N - NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

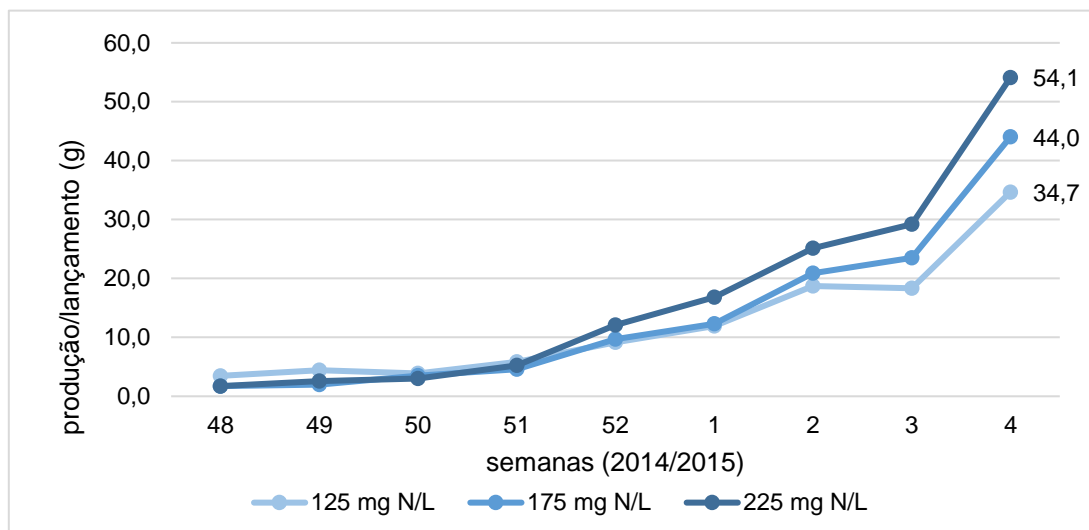
Nas duas últimas semanas do ensaio, em que o número de colheitas por semana foi idêntico, verificou-se que nas modalidades com a menor concentração de azoto mineral total a produção foi respetivamente 37 e 36% menor em relação às modalidades com a maior concentração de azoto (225 mg N/L). Estas apresentaram maior produção por lançamento (Quadro 13).

**Quadro 13** - Média da produção comercializável por lançamento obtida nas duas últimas semanas do ensaio para todas as modalidades de fertilização.

	<b>18 a 24 de</b> <b>janeiro de 2015</b> <b>(g/lançamento)</b>	<b>25 a 31 de</b> <b>janeiro de 2015</b> <b>(g/lançamento)</b>
<b>N (mg/L)</b>		
<b>125</b>	18,4 B	34,7 B
<b>175</b>	23,5 AB	44,0 AB
<b>225</b>	29,2 A	54,1 A
<b>Nível de sig</b>	< 0,05	< 0,01
<b>% N - NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>		
<b>8</b>	25,3	47,0
<b>16</b>	23,2	43,3
<b>24</b>	22,6	42,5
<b>Nível de sig</b>	n. s.	n. s.
<b>Média</b>	23,7	44,3
<b>EP</b>	3,6	5,7

Teste de comparação múltipla de médias de *Tukey*, valores com letras diferentes diferem a 95% de confiança. Não existe interação entre os fatores N (mg/L) e % N - NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.





**Figura 13** - Média da produção comercializável por lançamento entre as semanas 48 de 2014 e 4 de 2015, para as 3 concentrações de azoto mineral total fornecidas.

Na Figura 13 observa-se o aumento de produção semanal por lançamento característico da produção outonal em lançamentos de primeiro ano. A partir da semana 51 de 2014 é possível verificar que a produção para a concentração de 225 mg N/L foi maior e, desde a semana 2 de 2015, a produção foi menor para a concentração de 125 mg N/L.

#### 4.2 Produção potencial

Uma vez que a observação da produção foi interrompida a 30 de Janeiro de 2015, foi determinado o número potencial de frutos, tendo por base o número de frutos colhidos e não colhidos observados na avaliação biométrica das plantas a 20 de Fevereiro de 2015.

O número potencial de frutos por planta foi significativamente maior para as modalidades com o nível intermédio de azoto mineral total e também para as modalidades com a menor percentagem de azoto amoniacal, não se tendo verificado interação entre os fatores (Quadro 14). Consequentemente nestas modalidades também foram obtidos os maiores valores de produção potencial por planta e por metro linear.

Apesar de a produção observada ter sido maior para as modalidades com concentrações de azoto mais elevadas (225 mg N/L), a produção potencial mostra que a modalidade com a concentração de azoto intermédia (175 mg N/L) apresentaria uma produção 17,5% superior em relação à que se obteria com o nível de azoto mais alto.

**Quadro 14** – Número potencial de frutos por lançamento, produção potencial por planta (g), produção potencial por metro linear (kg) e percentagem de frutos não colhidos.

	<b>nº potencial de frutos por planta</b>	<b>produção potencial por planta* (g)</b>	<b>produção potencial por metro linear (kg)</b>
<b>N (mg/L)</b>			
<b>125</b>	108 B	537,8 B	1,6 B
<b>175</b>	166 A	829,4 A	2,5 A
<b>225</b>	137 AB	684,4 AB	2,1 AB
<b>Nível de sig</b>	<0,01	<0,01	<0,01
<b>% N - NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>			
<b>8</b>	152 A	761,7 A	2,3 A
<b>16</b>	109 B	543,9 B	1,6 B
<b>24</b>	149 AB	746,1 AB	2,2 AB
<b>Nível de sig</b>	<0,05	<0,05	<0,05
<b>Média</b>	137	683,9	2,1
<b>EP</b>	16	80,7	0,24

Teste de comparação múltipla de médias de *Tukey*, valores com letras diferentes diferem a 95% de confiança. Não existe interação entre os fatores N (mg/L) e % N - NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. \* Valor estimado utilizando o nº potencial de frutos por lançamento e o peso médio de 5,1 g/fruto.

Estes resultados estão de acordo com o estudo realizado por Sara Gôja (2016), que utilizou lançamentos de segundo ano provenientes deste ensaio. Neste ensaio também não se verificou a influência dos níveis de azoto aplicados no crescimento e na produção. Uma vez que as plantas para este estudo foram retiradas antes do final da colheita, ficou por aferir se a produção de fruta no primeiro ano influencia os resultados na produção de segundo ano.

## V. Conclusões

Os resultados obtidos indicam que as diferentes modalidades de fertilização influenciaram significativamente a composição dos drenados.

O incremento da concentração de azoto na solução nutritiva aumentou significativamente os níveis de azoto na solução drenada, com o consequente aumento da quantidade de azoto lixiviado, o que pode comprometer a sustentabilidade da produção de framboesa.

O aumento da concentração de azoto, na forma de anião nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), nos drenados, foi acompanhado pelo aumento da concentração do catião cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) nos mesmos drenados. Assim, o catião cálcio terá sido o principal ião a acompanhar o anião nitrato neste fenómeno de lixiviação.

As soluções nutritivas com maior proporção de azoto amoniacal provocaram uma descida significativa do pH das soluções drenadas. Esta descida de pH terá contribuído para o aumento da solubilização do fósforo e, conseqüentemente, para uma maior lixiviação deste elemento.

Os teores de nutrientes foliares observados nas duas datas de amostragem, nas diferentes modalidades de fertilização, encontraram-se dentro das gamas de valores recomendados, referidas na bibliografia. Assim, o aumento da concentração de azoto na solução nutritiva, de 125 para 225 mg N/L, não se traduziu numa melhoria significativa do estado nutricional azotado das plantas.

A distribuição do peso seco pelas diferentes partes da planta não foi influenciada pelas modalidades de fertilização. Na última análise, apenas se verificaram diferenças significativas no peso seco potencial dos frutos para o tratamento com 175 mg N/L de azoto mineral total.

Não foram evidenciadas diferenças no comprimento e o número de nós, nos lançamentos do ano e nos lançamentos que seriam obtidos para a produção de segundo ano.

O aumento da concentração de azoto de 125 para 225 mg N/L não afetou o crescimento nem a produção, pelo que de acordo com os resultados deste estudo parece não haver vantagem em utilizar soluções nutritivas com concentrações de azoto superiores a 125 mg N/L.

Tendo em conta os resultados obtidos, para a produção de lançamentos de segundo ano, *long cane*, seria interessante ensaiar também níveis de azoto inferiores a 125 mg N/L.

Por outro lado, seria importante esclarecer melhor a influência do azoto amoniacal na produção, uma vez que o maior fornecimento deste levou a uma menor percentagem de refugo obtida.

Poderá ser também pertinente a realização deste estudo em plantas mais jovens, transplantadas mais cedo e noutras regiões do país, com esta e outras cultivares, com e sem produção de fruta no primeiro ano.

## VI. Referências Bibliográficas

- Claussen, W. & Lenz, F., 1999. Effect of ammonium or nitrate nutrition on net photosynthesis, growth, and activity of the enzymes nitrate reductase and glutamine synthetase in blueberry, raspberry and strawberry. *Plant and soil*, Volume 208, pp. 95-102.
- Darnell, R., Alvarado-Raya, H. & Williamson, J., 2008. Root Pruning Effects on Growth and Yield of Red Raspberry. *HORTSCIENCE*, Volume 43, p. 681–684.
- De Gomez, T. E., 1984. *Growth and Development of Primocane Fruiting Red Raspberry, (Rubus ideaus L.), and Influence of Nitrogen Fertilizer and Pruning*. Tese de Mestrado - Horticultura: Oregon State University.
- Domínguez, A. F., 2007. Em: *El Cultivo del frambueso en Huelva*. s.l.:s.n., pp. 125-143.
- Edin, M., Gaillard, P. & Massardier, P., 1999. Caractères généraux de la plante. Em: *Le Framboisier*. Paris: Ctifl, pp. 77-92.
- FAO, 2016. *FAOSTAT*. [Online]  
Available at: <http://www.fao.org/faostat>  
[Acedido em 23 12 2016].
- Funt, R. & Hall, H., 2013. *Raspberries*. Oxfordshire, UK: CABI.
- Gavilán, M. U., 2015. *Manual práctico del cultivo sin suelo e hidroponia*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Gôja, S., 2016. *Efeito da fertilização azotada de viveiro na produção precoce de primavera em lançamentos long cane de duas variedades de framboesa remontante: 'Kweli' e 'Imara'*. Lisboa: ISA-UTL: Tese de Mestrado.
- Google, 2016. *maps.google.com*. [Online]  
Available at: <https://www.google.pt/maps/place/7630-174+Odemira/@37.5966414,-8.6466328,15z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0xd1b0615c0dc705f0:x8583446b903fb4fa!8m2!3d37.5972313!4d-8.6366851?hl=pt-PT>  
[Acedido em 2016].
- Hart, J., Strik, B. & Rempel, H., 2006. Caneberries – Nutrient Managements Guide. *Oregon State University*.
- Heidenreich, C., 2012. Leaf and Soil Analysis Special Edition. *New York Berry News*, 15 Agosto, Volume 11.

- Horneck, D. A. & Miller, R. O., 1998. Determination of total nitrogen in plant tissue.. Em: C. P. L. Y. P. Kalra, ed. *Handbook of Reference Methods for Plant Analysis*.. s.l.:s.n., pp. 75-83.
- Houba, V. J. G., van der Lee, J. J., Novozamsky, I. & Walling, I., 1989. Soil and Plant Analysis. Em: *Soil and Plant Analysis*. Wageningen: Wageningen Agricultural University, pp. Part 5, Soil Analysis Procedures.
- INE, 2012. *Estatísticas Agrícolas - 2011*, Lisboa: Instituto Nacional de Estatística, I.P..
- INE, 2017. *Estatísticas Agrícolas - 2016*, Lisboa: Instituto Nacional de Estatística, I.P..
- INIAP, 2006. *Manual de Fertilização das Culturas*.. Lisboa: INIAP.
- Martí, F. & Muñoz, J., 1957. *Flame Photometry*. London: Elsevier.
- Matos, F., 2013. *Monitorização da solução nutritiva na cultura da roseira em fibra de coco*. Tese de Mestrado - Engenharia Agronómica: ISA - UTL.
- Meiosis Ltd, 2016. *Kweli*. [Online]  
Available at: <http://www.meiosis.co.uk/fruit/kweli.htm>  
[Acedido em 20 Agosto 2016].
- Oliveira, P. B., 2007. Framboesa - Tecnologias de produção. *Divulgação Agro 556*, nº3.
- Oliveira, P. B., Valdivieso, T., Esteves, A. & Mota, M., 2007. A planta de Framboesa – Morfologia e fisiologia. *Divulgação Agro 556*, nº1.
- Rempel, G., Strik, B. & Righetti, T., 2004. Uptake, Partitioning, and Storage of Fertilizer Nitrogen in Red Raspberry as Affected by Rate and Timing of Application. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, Volume 129(3), pp. 439-448.
- Rosa, A., 2009. Fertirrega em horticultura – Guia de Rega. *DRAP Algarve*.
- Sønsteby, A. & Heide, O. M., 2008. Environmental control of growth and flowering of *Rubus idaeus* L.. *Scientia Horticulturae*, Volume 117, p. 249–256.
- Sønsteby, A. & Heide, O. M., 2010. Earliness and fruit yield and quality of annual-fruited red raspberry (*Rubus idaeus* L.): Effects of temperature and genotype. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, Volume 85, pp. 341-349.
- Sønsteby, A., STAVANG, J. A. & HEIDE, O. M., 2013. Production of high-yielding raspberry long canes: The way to 3 kg of fruit per cane. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, Volume 88, pp. 591-599.

Soveral-Dias, J. C., s.d. *CÓDIGO DE BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS*, Lisboa:  
LABORATÓRIO QUÍMICO-AGRÍCOLA REBELO DA SILVA.

Strik, B., 2008. A Review of Nitrogen Nutrition of Rubus. *Acta Hort.*, Volume 777, pp. 403-410.

Strik, B. C., 2013. Nutrient Management of Berry Crops in Oregon. *Department of Horticulture, Oregon State University*, pp. 1-6.

Strik, B. C. & Bryla, D. R., 2015. Uptake and Partitioning of Nutrients in Blackberry and Raspberry and Evaluating Plant Nutrient Status for Accurate Assessment of Fertilizer Requirements. *HortTechnology*, Volume 25(4), pp. 452-459.

Strik, B. & Rempel, H., 2006. *Caneberries - Nutrient Management Guide*. s.l.:Oregon State University.

Varennas, A., 2003. Em: *Produtividade dos Solos e Ambiente*. Lisboa: Escolar Editora, pp. 216-232.

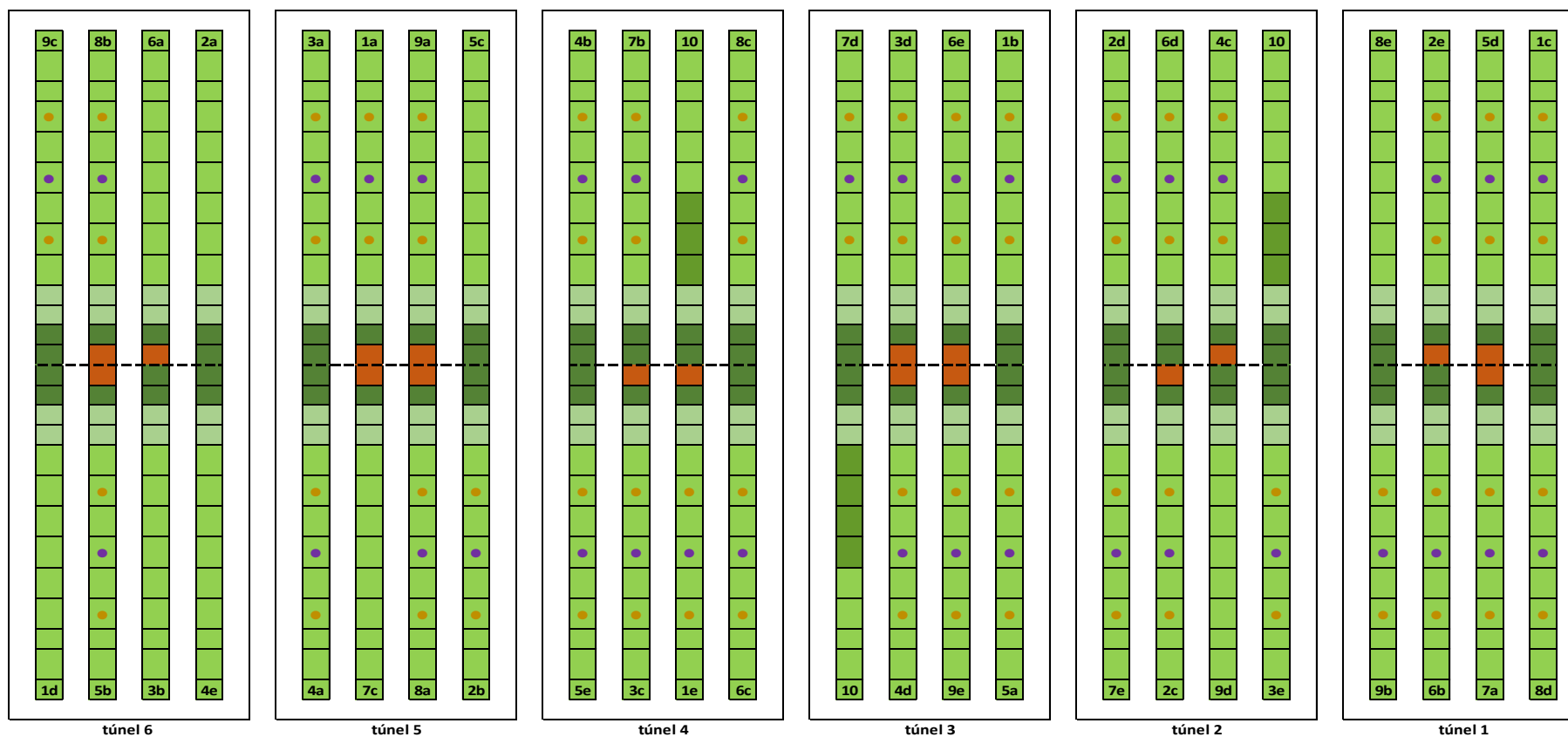
White, J. M., Wainwright, H. & Irelan, C. R., 1998. Interaction of endodormancy and paradormancy in raspberry (*Rubus idaeus* L.). *Am. tipl. Bid.*, Volume 132, pp. 487-495.

# **ANEXOS**



# ANEXO 1

Disposição das modalidades de fertilização e cultivares no  
sector



**Legenda:**

- cv. 'kweli' substrato 1
- cv. 'kweli' substrato 2
- cv. 'Imara' substrato 1
- cv. 'Imara' substrato 2
- cv. 'Amaranta' substrato 2
- ponto de recolha de solução de rega
- ponto de recolha de dreno
- 1 a 9 soluções de rega
- a - e repetições

## ANEXO 2

Recomendação de fertilização

Hoogendoorn H en C  
 Het Rijpaard 20  
 8252 EV DRONTEN

ALTIC

Advice of fertilisers for 1 on 1½ volume extract

Labnumber: xxxxx  
 Date: oktober-30-2013  
 Description: Startschema zonder aanpassingen  
 Reference:

Crop: Framboos (Hoogendoorn, Portugal)  
 Drain percentage:  
 Fertiliser type: Solid fertilisers  
 growth stage:

code used water: a000

element	pH	EC	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO3	Cl	SO4	P	HCO3	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
		mS/cm	main elements in mmol/l										trace elements in µmol/l					
soil extract 1:1½	5.9	0.7	< 0.1	1.7	< 0.1	1.4	0.7	3.5	< 0.1	1.0	0.50	< 0.1	8.0	2.0	6.0	10.0	0.70	0.50
EC(v) corrected on EC(c) evaluation		0.7	-	1.7		1.4	0.7	3.5	-	1.0	0.50							
target value ( 1:1½ water) analysis drain	5.9	0.7	< 0.4	1.7		1.4	0.7	3.5		1.0	0.50		8.0	2.0	6.0	10.0	0.7	0.5

element	EC	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO3	Cl	SO4	P	H3O+	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
stock feeding solution	1.55	1.00	5.50		3.00	1.50	11.50		1.50	1.00		20.00	10.00	7.00	12.00	0.75	0.50
corr. for drain corrections due to analysis																	
growing state corr.		1.00	5.50		3.00	1.50	11.50		1.50	1.00		20.00	10.00	7.00	12.00	0.75	0.50
solution after corrections	1.55	1.00	5.50		3.00	1.50	11.50		1.50	1.00		20.00	10.00	7.00	12.00	0.75	0.50
corrections for used water																	
new feeding solution	1.55	1.00	5.50		3.00	1.50	11.50		1.50	1.00		20.00	10.00	7.00	12.00	0.75	0.50

A-tank (1000 l, 100 x conc.)	kg	ltr	B-tank (1000 l, 100 x conc.)	kg	ltr
Nitric acid (38%)			Nitric acid (38%)		
Calciumnitrate	64.8		Potassiumnitrate	33.0	
Ammoniumnitrate	6.2	5.0	Monopotassiumphosphate	13.6	
Potassiumnitrate	12.5		Magnesiumsulphate	37.0	
			Magnesiumnitrate		
			Potassiumsulphate		
trace elements fertilisers	gram	ml	trace elements fertilisers	gram	
Fe-DTPA 3% liq.	3726	2844	Manganesesulphate	169	
or Fe-DTPA 6%	1864	1434	Zincsulphate	201	
			Borax	114	
			Coppersulphate	19	
			Sodiummolybdate	12	

Analysis is carried out and advices are delivered under condition that the employer is taking distance of legal responsibility.

# ANEXO 3

Soluções nutritivas

## Solução 1

	Solução Concentrada		Débito da Injeção	Solução Nutritiva	Aumento de CE	CE Prevista						
	kg/100L	mg/mL	mL Sol Conc /L Sol Nut	mg/L	mS/g adubo		N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg
<b>Tanque A</b>												
Nitrato cálcio	1,28	12,82	10,0	128,0	1,20	0,1536	18,56	1,28	0,00	0,00	24,71	0,00
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Tanque B</b>												
Quelato Cálcio	2,55	25,46	44,0	1120,0	0,60	0,6720	0,00	0,00	0,00	0,00	120,12	3,38
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Tanque C</b>												
Sulfato Amônio	0,41	4,07	8,9	36,1	1,90	0,0685	0,00	7,57	0,00	0,00	0,00	0,00
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Tanque D</b>												
Sulfato Magnésio	0,35	3,50	28,0	98,1	0,75	0,0736	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,46
Nitrato Magnésio	0,79	7,86		220,0	0,74	0,1628	24,09	0,00	0,00	0,00	0,00	19,90
MKP	0,49	4,86		136,0	0,70	0,0952	0,00	0,00	30,87	38,37	0,00	0,00
Nitrato Potássio	1,61	16,11		451,4	0,94	0,4243	60,94	0,00	0,00	173,09	0,00	0,00
						0,7558	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Tanque E</b>												
Ác. Nítrico 55%	L/100L	ml/mL		mL/L								
	0,55	0,0055	10,0	0,055			8,94					
							mg/l	1,65	112,53	8,85	30,87	211,46
							mmol/L	8,04	0,63	1,00	5,41	144,83
											3,62	32,74
												1,35

## Solução 2

	Solução Concentrada		Débito da Injeção	Solução Nutritiva	Aumento de CE	CE Prevista						
	kg/100L	mg/mL	mL Sol Conc /L Sol Nut	mg/L	mS/g adubo		N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg
<b>Tanque A</b>												
Nitrato cálcio	1,28	12,82	5,3	68,0	1,20	0,0816	9,86	0,68	0,00	0,00	13,13	0,00
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Tanque B</b>												
Quelato Cálcio	2,55	25,46	48,2	1228,0	0,60	0,7368	0,00	0,00	0,00	0,00	131,70	3,70
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Tanque C</b>												
Sulfato Amônio	0,41	4,07	22,3	91,0	1,90	0,1728	0,00	19,10	0,00	0,00	0,00	0,00
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Tanque D</b>												
Sulfato Magnésio	0,35	3,50	28,0	98,1	0,75	0,0736	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,46
Nitrato Magnésio	0,79	7,86		220,0	0,74	0,1628	24,09	0,00	0,00	0,00	0,00	19,90
MKP	0,49	4,86		136,0	0,70	0,0952	0,00	0,00	30,87	38,37	0,00	0,00
Nitrato Potássio	1,61	16,11		451,4	0,94	0,4243	60,94	0,00	0,00	173,09	0,00	0,00
						0,7558	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Tanque E</b>												
Ác. Nítrico 55%	L/100L	ml/mL		mL/L								
	0,55	0,0055	10,0	0,055			8,94					
							mg/l	1,75	103,83	19,78	30,87	211,46
							mmol/L	7,42	1,41	1,00	5,41	3,62
												1,36

### Solução 3

	Solução Concentrada		Débito da Injeção	Solução Nutritiva	Aumento de CE  mS/g adubo	CE Prevista								
	kg/100L	mg/mL	mL Sol Conc /L Sol Nut	mg/L			N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg		
Tanque A														
Nitrato cálcio	1,28	12,82	0,0	0,0	1,20	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Tanque B							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Quelato Cálcio	2,55	25,46	53,0	1350,0	0,60	0,8100	0,00	0,00	0,00	0,00	144,79	4,07		
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Tanque C							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Sulfato Amónio	0,41	4,07	34,7	141,4	1,90	0,2686	0,00	29,69	0,00	0,00	0,00	0,00		
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Tanque D							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Sulfato Magnésio	0,35	3,50		98,1	0,75	0,0736	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,46		
Nitrato Magnésio	0,79	7,86	28,0	220,0	0,74	0,1628	24,09	0,00	0,00	0,00	0,00	19,90		
MKP	0,49	4,86		136,0	0,70	0,0952	0,00	0,00	30,87	38,37	0,00	0,00		
Nitrato Potássio	1,61	16,11		451,4	0,94	0,4243	60,94	0,00	0,00	173,09	0,00	0,00		
						0,7558	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Tanque E	L/100L	ml/mL		mL/L										
Ác. Nítrico 55%	0,55	0,0055	10,0	0,055			8,94							
							mg/l	1,83	93,97	29,69	30,87	211,46	144,79	33,43
							mmol/L	6,71	2,12	1,00	5,41	3,62	1,38	



## Solução 4

	Solução Concentrada		Débito da Injeção	Solução Nutritiva	Aumento de CE mS/g adubo	CE Prevista								
	kg/100L	mg/mL	mL Sol Conc /L Sol Nut	mg/L			N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg		
Tanque A														
Nitrato cálcio	1,28	12,82	35,6	457,0	1,20	0,5484	66,27	4,57	0,00	0,00	88,22	0,00		
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Tanque B							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Quelato Cálcio	2,55	25,46	21,2	539,0	0,60	0,3234	0,00	0,00	0,00	0,00	57,81	1,63		
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Tanque C							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Sulfato Amónio	0,41	4,07	10,4	42,4	1,90	0,0805	0,00	8,90	0,00	0,00	0,00	0,00		
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Tanque D							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Sulfato Magnésio	0,35	3,50		98,1	0,75	0,0736	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,46		
Nitrato Magnésio	0,79	7,86	28,0	220,0	0,74	0,1628	24,09	0,00	0,00	0,00	0,00	19,90		
MKP	0,49	4,86		136,0	0,70	0,0952	0,00	0,00	30,87	38,37	0,00	0,00		
Nitrato Potássio	1,61	16,11		451,4	0,94	0,4243	60,94	0,00	0,00	173,09	0,00	0,00		
						0,7558	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Tanque E	L/100L	ml/mL		mL/L										
Ác. Nítrico 55%	0,55	0,0055	10,0	0,055			8,94							
							mg/l	1,71	160,23	13,47	30,87	211,46	146,03	30,99
							mmol/L	11,45	0,96	1,00	5,41	3,65	1,27	

Solução 5

	alterar		Débito da Injeção	Solução Nutritiva	Aumento de CE	CE Prevista							
	Solução Concentrada						mL Sol Conc /L Sol Nut	mg/L	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	P	K	Ca
	kg/100L	mg/mL											
Tanque A													
Nitrato cálcio	1,28	12,82	28,0	359,0	1,20	0,4308	52,06	3,59	0,00	0,00	69,30	0,00	
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Tanque B							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Quelato Cálcio	2,55	25,46	28,0	712,7	0,60	0,4276	0,00	0,00	0,00	0,00	76,44	2,15	
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Tanque C							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Sulfato Amónio	0,41	4,07	27,9	113,5	1,90	0,2157	0,00	23,84	0,00	0,00	0,00	0,00	
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Tanque D							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Sulfato Magnésio	0,35	3,50		98,1	0,75	0,0736	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,46	
Nitrato Magnésio	0,79	7,86	28,0	220,0	0,74	0,1628	24,09	0,00	0,00	0,00	0,00	19,90	
MKP	0,49	4,86		136,0	0,70	0,0952	0,00	0,00	30,87	38,37	0,00	0,00	
Nitrato Potássio	1,61	16,11		451,4	0,94	0,4243	60,94	0,00	0,00	173,09	0,00	0,00	
						0,7558	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Tanque E	L/100L	ml/mL		mL/L									
Ác. Nítrico 55%	0,55	0,0055	10,0	0,055	3,33		8,94						
estes valores vao aumentar utilizá-los													
					mg/l	1,83	146,02	27,43	30,87	211,46	145,75	31,51	
					mmol/L		10,43	1,96	1,00	5,41	3,64	1,30	

## Solução 6

	Solução Concentrada		Débito da Injeção	Solução Nutritiva	Aumento de CE mS/g adubo	CE Prevista								
	kg/100L	mg/mL	mL Sol Conc /L Sol Nut	mg/L			N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg		
Tanque A														
Nitrato cálcio	1,28	12,82	20,4	262,0	1,20	0,3144	37,99	2,62	0,00	0,00	50,58	0,00		
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Tanque B							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Quelato Cálcio	2,55	25,46	34,7	884,8	0,60	0,5309	0,00	0,00	0,00	0,00	94,89	2,67		
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Tanque C							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Sulfato Amónio	0,41	4,07	45,3	184,6	1,90	0,3508	0,00	38,77	0,00	0,00	0,00	0,00		
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Tanque D							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Sulfato Magnésio	0,35	3,50		98,1	0,75	0,0736	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,46		
Nitrato Magnésio	0,79	7,86	28,0	220,0	0,74	0,1628	24,09	0,00	0,00	0,00	0,00	19,90		
MKP	0,49	4,86		136,0	0,70	0,0952	0,00	0,00	30,87	38,37	0,00	0,00		
Nitrato Potássio	1,61	16,11		451,4	0,94	0,4243	60,94	0,00	0,00	173,09	0,00	0,00		
						0,7558	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Tanque E	L/100L	ml/mL		mL/L										
Ác. Nítrico 55%	0,55	0,0055	10,0	0,055			8,94							
							mg/l	1,95	131,96	41,39	30,87	211,46	145,47	32,03
							mmol/L	9,43	2,96	1,00	5,41	3,64	1,32	

## Solução 7

	Solução Concentrada		Débito da Injeção	Solução Nutritiva	Aumento de CE mS/g adubo	CE Prevista								
	kg/100L	mg/mL	mL Sol Conc / /L Sol Nut	mg/L			N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg		
Tanque A														
Nitrato cálcio	1,28	12,82	60,5	776,0	1,20	0,9312	112,52	7,76	0,00	0,00	149,81	0,00		
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Tanque B							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Quelato Cálcio	2,55	25,46	0,0	0,0	0,60	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Tanque C							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Sulfato Amónio	0,41	4,07	10,0	40,6	1,90	0,0772	0,00	8,53	0,00	0,00	0,00	0,00		
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Tanque D							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Sulfato Magnésio	0,35	3,50	28,0	98,1	0,75	0,0736	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,46		
Nitrato Magnésio	0,79	7,86		220,0	0,74	0,1628	24,09	0,00	0,00	0,00	0,00	19,90		
MKP	0,49	4,86		136,0	0,70	0,0952	0,00	0,00	30,87	38,37	0,00	0,00		
Nitrato Potássio	1,61	16,11		451,4	0,94	0,4243	60,94	0,00	0,00	173,09	0,00	0,00		
						0,7558	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Tanque E	L/100L	mL/mL		mL/L										
Ác. Nítrico 55%	0,55	0,0055	10,0	0,055			8,94							
							mg/l	1,76	206,49	16,29	30,87	211,46	149,81	29,36
							mmol/L	14,75	1,16	1,00	5,41	3,75	1,21	

## Solução 8

	Solução Concentrada		Débito da Injeção	Solução Nutritiva	Aumento de CE mS/g adubo	CE Prevista								
	kg/100L	mg/mL	mL Sol Conc / /L Sol Nut	mg/L			N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg		
Tanque A														
Nitrato cálcio	1,28	12,82	50,7	650,0	1,20	0,7800	94,25	6,50	0,00	0,00	125,48	0,00		
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Tanque B							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Quelato Cálcio	2,55	25,46	7,7	197,0	0,60	0,1182	0,00	0,00	0,00	0,00	21,13	0,59		
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Tanque C							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Sulfato Amónio	0,41	4,07	33,4	136,1	1,90	0,2586	0,00	28,58	0,00	0,00	0,00	0,00		
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Tanque D							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Sulfato Magnésio	0,35	3,50		98,1	0,75	0,0736	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,46		
Nitrato Magnésio	0,79	7,86	28,0	220,0	0,74	0,1628	24,09	0,00	0,00	0,00	0,00	19,90		
MKP	0,49	4,86		136,0	0,70	0,0952	0,00	0,00	30,87	38,37	0,00	0,00		
Nitrato Potássio	1,61	16,11		451,4	0,94	0,4243	60,94	0,00	0,00	173,09	0,00	0,00		
						0,7558	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Tanque E	L/100L	mL/mL		mL/L										
Ác. Nítrico 55%	0,55	0,0055	10,0	0,055			8,94							
							mg/l	1,91	188,22	35,08	30,87	211,46	146,61	29,95
							mmol/L	13,44	2,51	1,00	5,41	3,67	1,23	

Solução 9

	Solução Concentrada		Débito da Injeção	Solução Nutritiva	Aumento de CE mS/g adubo	CE Prevista						
	kg/100L	mg/mL	mL Sol Conc / /L Sol Nut	mg/L			N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg
Tanque A												
Nitrato cálcio	1,28	12,82	41,0	526,0	1,20	0,6312	76,27	5,26	0,00	0,00	101,54	0,00
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tanque B							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Quelato Cálcio	2,55	25,46	16,4	416,6	0,60	0,2500	0,00	0,00	0,00	0,00	44,68	1,26
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tanque C							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sulfato Amónio	0,41	4,07	55,9	227,7	1,90	0,4327	0,00	47,83	0,00	0,00	0,00	0,00
							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tanque D							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sulfato Magnésio	0,35	3,50		98,1	0,75	0,0736	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,46
Nitrato Magnésio	0,79	7,86	28,0	220,0	0,74	0,1628	24,09	0,00	0,00	0,00	0,00	19,90
MKP	0,49	4,86		136,0	0,70	0,0952	0,00	0,00	30,87	38,37	0,00	0,00
Nitrato Potássio	1,61	16,11		451,4	0,94	0,4243	60,94	0,00	0,00	173,09	0,00	0,00
						0,7558	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tanque E	L/100L	mL/mL		mL/L								
Ác. Nítrico 55%	0,55	0,0055	10,0	0,055			8,94					